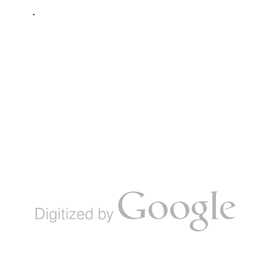

3 3433 06274984 5



ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Impr. Rey & Malavallon, 18, Pélisserie
précédemment Aubert-Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT TROISIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME SIXIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18.

LAUSANNE

G. BRIDEL ET Cie

Place de la Louve, 1

PARIS

G. MASSON

Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1898

SUR

LES MATIÈRES COLORANTES

A BASE DE FER

DES TERRAINS DE SÉDIMENT ET SUR L'ORIGINE PROBABLE DES ROCHES ROUGES

PAR

W. SPRING[1]

Nous avons reconnu, M. M. Lucion et moi[2], il y a déjà quelques années, que la pression osmotique qui règne dans les solutions de sels, facilitait le départ de l'eau de certains hydrates. La *tension de dissociation* des corps hydratés ne se trouve pas équilibrée dans une solution saline, comme elle le serait dans l'eau pure, ou dans de la vapeur sous tension suffisante. « *La présence d'un sel dans l'eau produirait, sur un corps hydraté, un effet comparable à celui d'une élévation de la température.* » Nous appuyant sur ce fait, nous avons regardé comme possible que les sédiments colorés en *rouge violet* par l'oxyde ferrique se fussent déposés dans des estuaires ou dans des lacs salés, tandis que les terrains de couleur *d'ocre*

[1] Résumé d'un travail inséré au *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*; n° de Mai 1898.

[2] *Bull. de l'Acad. de Belgique* (3) t. XXIV, p. 21-56; 1892.



fussent plutôt des formations d'eau douce. Cette conclusion soulevait des questions subsidiaires auxquelles il devait être répondu. L'objet du présent travail est de fournir le complément d'études annoncé depuis 1892.

Position du problème. On peut ramener les couleurs des terrains colorés par des composés du fer aux quatre types suivants : le bleu verdâtre, le jaune d'ocre, le rouge vineux et le noir.

On a attribué, tacitement, le bleu vert à la présence de silicates ferreux, le jaune d'ocre à l'hydrate de fer, le rouge vineux à l'oxyde de fer anhydre et le noir à des composés ferroso-ferriques. Entre ces couleurs *typiques* on reconnaît toutes les nuances possibles provenant d'un mélange, en proportions diverses, des composés rappelés. Il suffira donc de poursuivre l'origine des couleurs typiques pour comprendre les cas particuliers.

Une difficulté capitale du problème réside dans le fait que très souvent, sinon toujours, les trois premières couleurs se rencontrent dans un même sédiment. Par exemple, on voit, dans notre terrain dévonien, des bancs entiers *verts*, suivis de bancs *rouges* alternant avec des bancs *jaunes*. Nos psammites présentent de nombreux cas de ces alternatives. Bien mieux, l'étage de Gedinne et l'étage de Burnot montrent cette association dans les mêmes bancs : on a alors les roches dites *bigarrées;* le plus souvent c'est le vert et le rouge qui se trouvent juxtaposés. On voit immédiatement que si la roche rouge doit véritablement sa couleur à une déshydratation du composé ferrique par l'action de l'eau salée, les bancs jaunes ne devraient se rencontrer que dans les terrains de formation d'eau douce ; ils devraient marquer des époques nettement différentes de celles des roches rouges.

En outre il s'agit de savoir pourquoi les roches rouges sont toujours accompagnées de parties vertes (voir plus loin), tandis que les terrains jaunes ne présentent pas de semblables *bigarrures*. Les présentes recherches répondent, je crois, à ces questions.

Résultat des recherches nouvelles.

Je passe, dans ce résumé, la relation des travaux qui ont été faits antérieurement sur le sujet qui nous occupe, d'autant plus qu'ils n'ont eu en vue que la formation des terrains rouges et qu'ils ont laissé, suivant l'opinion d'Israël Cook Russel[1] lui-même, auquel on doit les recherches les plus complètes sur la matière, cette question spéciale sans solution satisfaisante. J'arrive donc immédiatement aux observations que j'ai pu faire.

1° *Constitution des roches rouges et vertes.* Si l'on traite, à froid, des grés ou des schistes rouges, par de l'acide chlorhydrique à un titre supérieur à 30 p. c. on obtient, après 24 heures, le départ complet de la matière colorante rouge tandis qu'il demeure des masses *vertes* parfaitement compactes d'ailleurs. Après lavage et dessiccation, la roche ne présente guère moins de solidité qu'avant le traitement à l'acide. La partie dissoute est formée presque exclusivement de chlorure ferrique mêlé de très peu de chlorure ferreux et ne laisse, après évaporation à sec et reprise par l'eau, qu'un résidu de silice négligeable. Nous verrons plus loin l'importance de cette remarque. On doit conclure de là que l'oxyde ferrique ne

[1] Subaërial Decay of Rocks and origin of the red color of certain Formations. *Bull. of the United States Geological Survey.* N° 52, 1889.



fait pas partie des grains siliceux de la roche, mais qu'il existe à l'état *d'enduit* ne jouant peut-être aucun rôle essentiel comme *ciment* de la roche, sinon son départ en amènerait la ruine.

Comme contrôle, j'ai fait macérer des fragments de roche dans une solution concentrée de potasse chauffée au bain-marie dans un vase en argent. Après quelques jours la roche ne formait plus qu'une *boue* avec la potasse. Celle-ci avait dissous une proportion énorme de silice. Le ciment de la roche est donc l'acide silicique et non l'oxyde ferrique.

Les roches vertes ont donné un résultat semblable au regard de la désagrégation : l'acide chlorhydrique leur enlève un peu de composés de fer sans les déliter, tandis que la potasse les fait tomber en pâte.

L'analyse chimique a démontré, d'une manière constante, que les roches vertes sont plus riches en silice que les roches rouges: 65,73 p.c. contre 59,54 en moyenne. En revanche, les roches rouges renferment trois fois plus de fer que les roches vertes (9,21 p. c. contre 2,98 estimé à l'état de Fe_2O_3).

En somme, ces roches sédimentaires sont constituées par une matière de fonds, verte, formée d'une argile, ou d'un sable argileux suivant le cas, dans laquelle des composés ferreux entrent en faible proportion mais en faisant corps avec la masse. Les roches rouges renferment, en outre, des particules d'oxyde ferrique caractérisées parce qu'elles sont chimiquement indépendantes du fonds de la roche; elles lui sont *adjointes* comme si les sédiments en avaient été saupoudrés pendant leur dépôt.

2° *Constitution des roches et des terrains jaunes.* L'acide chlorhydrique attaque ces roches et laisse, cette fois, un

résidu privé de fer, c'est-à-dire *non de couleur verte*. La solution acide renferme, outre le chlorure ferrique, du chlorure d'aluminium et beaucoup d'*acide silicique*. Ce dernier se prend en gelée pendant l'évaporation.

Les roches jaunes contiennent donc le composé ferrique non comme un hydrate *adjoint* au reste de la matière mais comme faisant partie intégrante de celle-ci.

Toute hypothèse sur la formation des terrains rouges et des terrains jaunes devra tenir compte de ce fait fondamental.

3° *Essais de déshydratation, par voie humide, des composés hydratés du fer*. L'hydrate ferrique obtenu à froid par l'action de l'ammoniaque sur les sels ferriques a la composition $Fe_2O_3 4H_2O$ quand il a été desséché à l'air libre. Chauffé au contact de l'eau pure, dans des tubes scellés, il se déshydrate et devient grenu. Wittstein[1] a constaté même que cette déshydratation a lieu à la température ordinaire, mais fort lentement. Si l'eau renferme des sels dissous, la déshydratation est accélérée, toutes autres conditions restant égales d'ailleurs. Ce fait a déjà été établi par de Sénarmont[2].

J'ai étendu ces recherches, à fin de comparaison, aux composés hydratés jaunes, naturels, ou tels qu'on peut en produire dans les laboratoires. Ceux-ci se forment en précipitant par l'ammoniaque, ou par la potasse, un mélange d'une solution de chlorure ferrique avec un chlorure d'un métal non chromogène (Mg, Zn, Al... etc.) en proportions diverses. Les précipités sont naturelle-

[1] *Vierteljahrsschrift für Pharmacie*; t. I. p. 275.

[2] *Ann. de Chimie et de Physique*; (3) t. 30, p. 145. 1850. Ce travail m'avait échappé en 1892.



ment plus jaunes quand ils renferment moins d'hydrate ferrique.

Toutes ces substances ont conservé leur couleur primitive, quand on les chauffait dans les conditions où l'hydrate ferrique perdait son eau et d'autant mieux que la proportion d'oxyde ferrique était plus faible. Les composés naturels surtout, la limonite, l'ocre, les sables jaunes, les schistes, etc. n'auraient même pas fait soupçonner un commencement de déshydratation tant ils étaient restés identiques à eux-mêmes.

Il résulte de là que les hydrates dans lesquels l'oxyde de fer se trouve associé à d'autres oxydes, y compris SiO_2, sont doués d'une stabilité plus grande que l'hydrate ferrique pur. Ils forment sans doute des combinaisons du type de l'*aimant*. Leur couleur est plus claire que celle de l'oxyde de fer parce qu'ils se trouvent associés à des oxydes *blancs* ($Mg\,O$,ZnO etc.) tandis que s'ils se trouvent combinés à des oxydes noirs, tel que FeO, ils fournissent un produit plus foncé[1]. Il est à noter encore que si ces produits perdent même leur eau dans les solutions salines chauffées, ils ne prennent cependant pas la couleur rouge de la brique cuite; ils restent jaunes bruns, couleur de cuir. Ils ne sont pas magnétiques, mais ils le deviennent quand ils ont été chauffés au rouge sombre.

4° *Essais de déshydratation par compression.* L'hydrate ferrique pur ne cède pas son eau, même si on le comprime à 7000 atmosphères. Mêlé à une molécule d'un

[1] Karl List a obtenu des corps Fe_2O_3. RO en calcinant les oxydes mêlés; ils sont alors magnétiques. *Berliner Berichte*, t.11, p. 1512.

oxyde RO, il abandonne son eau sous pression et il se forme le produit Fe_2O_2RO, de couleur jaune-cuir, non magnétique et qui ne change plus de couleur quand on le calcine ; mais il devient alors magnétique. Ces essais nous prouvent qu'il a pu se former des combinaisons d'hydrate ferrique et de certains oxydes dans les terrains de sédiment, combinaisons qui ont la même teinte que si elles avaient été exposées à une élévation de température.

5° *Autres essais.* Les sels ferreux qui contiennent moins de trois molécules d'eau (carbonates, oxalates, silicates) s'oxydent sous l'eau, par l'action du peroxyde d'hydrogène, pour donner de l'hydrate ferrique de formule $2\,Fe_2O_3 3H_2O$ (la limonite) et non Fe_2O_3, $3H_2O$. En soumettant de la sidérite blanche, anhydre, (d'Algérie) finement pulvérisée, à la même action, j'ai obtenu, après 6 mois, une poudre rouge de même nuance que l'oxyde ferrique anhydre.

6° *Couleur du silicate ferreux.* Le silicate ferreux qui n'a pas été au contact de l'oxygène est blanc. A l'air il devient bientôt *bleuâtre* puis *vert* et finalement *jaune.* On doit conclure de là que les roches bleuâtres et vertes, renferment une proportion plus ou moins grande de composés ferroso-ferriques et non pas seulement des composés ferreux.

Conclusions.

Les faits qui viennent d'être résumés déplacent, me paraît-il, le point de vue de la coloration des roches dans la nature : ce n'est pas la formation de la couleur rouge qui est la conséquence du procédé le plus compliqué, mais bien celle de la couleur jaune.



Voici comment, d'après cela, il y aurait lieu de considérer l'ordre des faits.

L'hydrate ferrique pur, non à l'état compact, mais à l'état meuble, cristallise lentement sous l'eau en se déshydratant (Wittstein). Quand au lieu de se trouver dans l'eau il est dans une solution saline, il devient anhydre avec plus de facilité encore. Il passe donc spontanément, pour ainsi dire, à la couleur rouge violette. Si cette tendance à la déshydratation ne se trouvait pas enrayée dans la nature par un facteur particulier, tous les terrains de sédiments, sans en excepter ceux de la dernière période, auraient la couleur rouge de la brique cuite. Mais si l'hydrate de fer n'est pas pur, c'est-à-dire isolé, il ne se condense plus avec lui-même mais avec les oxydes auxquels il se trouve associé. Lorsque ceux-ci ne sont pas *chromogènes* le produit sera de couleur jaunâtre, plus ou moins foncé suivant le degré de condensation. La calcination, en expulsant l'eau d'hydratation qui entrave encore la condensation chimique, favorise et achève la polymérisation. Alors, si l'on a affaire à des groupements vraiment hétérogènes, la masse sera de couleur jaune-cuir (oxydes magnétiques de List); dans le cas contraire elle sera plus ou moins rouge selon la proportion des groupements homogènes (Fe_2O_3).

Il résulte de là que les terrains de sédiment rouges représenteraient la superposition de deux dépôts, indépendants au point de vue chimique, mais qui se seraient formés simultanément de la manière suivante. Le premier dépôt, le plus abondant, serait composé de sables et d'argiles non ferrugineux, tombés sous l'action de la pesanteur seule, au fond des lacs ou des estuaires où la sédimentation avait lieu. Mais, en même temps, les matières hu-

miques dissoutes ou mêlées aux eaux, opéraient sur les composés du fer en solution dans l'eau à la faveur sans doute, de l'acide carbonique[1] et engendraient le second dépôt. Ainsi que je l'ai montré dans un travail récent[2] les matières humiques combattent l'action de l'oxygène de l'air, elles s'oxydent en réduisant les composés ferriques et se précipitent à l'état de combinaisons ferreuses. Il a donc dû se former un dépôt d'humate de fer pardessus les grains de sédiment sableux et argileux. Les composés du manganèse, si l'eau en renfermait, ont dû suivre le même chemin, tandis que ceux du calcium et du magnésium, qui n'admettent pas deux degrés d'oxydation, ont dû rester en solution à la faveur de l'acide carbonique formé continuellement aux dépens des carbonates de fer et de manganèse ainsi qu'aux dépens des matières humiques elles-mêmes. Voilà pourquoi ces roches sont si pauvres en composés calciques : la roche de Tilff ne contient que 0,07 p. c. de CaO.

Les humates de fer et de manganèse qui couvrent les grains de sédiment continuent, nécessairement, à rester soumis aux actions chimiques de l'oxygène dissous dans l'eau ainsi qu'à celle de l'acide silicique. L'oxygène les brûle jusqu'au dernier degré par suite de la présence de l'oxyde de fer : il en forme de l'eau et de l'acide carbonique. La production de *sidérite* mêlée de *spath manganeux*, comme matières de transmission, paraît donc inévitable. Mais l'acide silicique de l'eau réagira avec les carbonates frais et donnera des silicates qui contribueront, avec l'acide encore libre, au cimentage de la ro-

[1] Un litre d'eau de CO_2 sous 1 atm. contient 1 gr. 390 de $FeCO_3$ à 15°.

[2] *Archives des sciences phys. et nat.*, t. V, p. 5 ; 1898.

che. La couche siliceuse durcie rompt le contact du sel ferreux avec l'air et empêche son oxydation ultérieure. Les roches seront donc imprégnées de composés ferreux, ou mieux ferroso-ferriques, trahissant leur présence par leur couleur bleuâtre ou verte.

Remarquons encore que la proportion d'humate de fer déposé varie avec plusieurs facteurs. Elle dépend non seulement de l'abondance relative des combinaisons du fer dans les eaux, mais aussi de l'intensité de l'éclairage. Si elle l'emporte de beaucoup sur la proportion d'acide silicique qui s'infiltre dans les sédiments, il restera, à la fin, un excédent d'hydrate ferrique qui passera à l'état d'oxyde parce qu'il ne se trouvera pas mêlé, moléculairement, à d'autres oxydes. Des bancs entiers de terrain prendront donc la couleur de l'oxyde compact, c'est-à-dire la couleur *rouge lie de vin*. Si au lieu d'une *affluence* de composés de fer il y a *disette*, l'acide silicique pourra suffire à retenir ce qui se présentera. On conçoit donc que des bancs entiers pourront être verts et qu'ils pourront alterner avec des bancs rouges. Ils devront être plus fréquents lorsque la proportion de SiO_2 qu'ils renferment sera plus grande. Cette remarque est d'accord avec l'observation. Enfin, les inégalités d'infiltration des eaux siliceuses dans un même banc expliqueront les bigarrures de certaines roches. Là aussi les parties rouges correspondent aux zones les moins siliceuses.

Passons enfin aux roches jaunes ou limoneuses. Leur procédé de formation paraît tout différent. On se rappelle qu'elles se désagrègent dans l'acide chlorhydrique sans mettre à nu un fond vert. Il n'y a donc pas de superposition de composés ferriques et de composés ferreux. La sédimentation doit donc avoir eu lieu en un seul acte, sans phénomène de réduction. Les matières

humiques n'ayant pas pu intervenir, il faut admettre que les composés ferriques de ces sédiments n'étaient pas à l'état *dissous* dans les eaux ; ils devaient être combinés, ou tout au moins associés, à la silice, à l'alumine et peut-être à d'autres oxydes tels que la magnésie et la chaux *avant le dépôt*. Ces combinaisons, plus stables, ne réagissent pas avec les matières humiques. En un mot ce devait être des alluvions jaunes, comme nos alluvions modernes. Une fois déposées ces matières limoneuses ont conservé leur couleur jaune, même dans des solutions salines, comme l'ont fait voir les expériences relatées plus haut. En somme, les sédiments jaunes proviendraient d'eaux troubles. Ils pourront alterner avec des sédiments rouges et verts si le *régime des eaux* des affluents des lacs et des estuaires change la nature des matières suspendues ainsi que la composition et la limpidité du liquide.

Mais si les sédiments jaunes ne se convertissent pas en sédiments rouges dans la nature, le contraire peut avoir lieu parce que la combinaison de l'oxyde ferrique avec d'autres oxydes et surtout avec l'acide silicique, est un acte chimique suivant la pente des affinités. Des infiltrations d'eaux acidulées pourront produire un résultat sensible à la longue ; elles pourront même laver l'enduit rouge des roches et mettre le fond vert à nu ; mais elles déposeront leur charge sous forme de composés siliceux jaunes, des ocres, qui ne reprendront la couleur rouge que si l'oxyde ferrique est dégagé de la silice. On sait que si l'on calcine de l'ocre jaune, elle devient rouge, mais on sait aussi que le silicate ferrique ne résiste pas à l'action de la chaleur.

Liège, Institut de Chimie générale, avril 1898.



L'AUTOMOBILISME ET LA FORCE MOTRICE

LE MOTEUR AIR-EAU

PAR

Raoul PICTET

(Suite [1].)

CHAPITRE V.

Calcul de la puissance du Moteur Air-Eau

Le moteur se compose, ainsi qu'on l'a vu, de trois cylindres de détente où les gaz, sous la pression de 9 atmosphères absolues, pénètrent à la température de 350 degrés.

Ces gaz pendant leur détente, reçoivent une quantité de chaleur suffisante pour se maintenir à 350 degrés. A la fin de la détente, ils sont arrivés à la pression atmosphérique. De là ils s'échappent dans un échangeur de température où ils échauffent les gaz comprimés par le compresseur et qui circulent en sens inverse.

Après avoir réchauffé, autant qu'ils le peuvent, le mélange comprimé, ils s'échappent au dehors en activant le tirage.

[1] Voir *Archives*, t. V, avril 1898, p. 350, mai, p. 444, et juin, p. 550.

Le combustible brûlé peut être à volonté du coke, du charbon, pétrole, bois, etc. ; la combustion a lieu au-dessous des cylindres et dans une chaudière spéciale placée après l'échangeur de façon à porter le mélange air-eau au maximum de température.

1. *Calcul du travail de compression de l'air* (pour un tour de l'arbre moteur).

Les données sont les suivantes :

Volume du compresseur	1 litre
Pression à l'aspiration	1 atmosphère
Pression à la compression	9 atm. absolues
Température de l'eau introduite dans l'air	15°
Nombre de tours par minute	300
Nombre des cylindres moteurs	3
Volume de chaque cylindre	1 litre
Pression à l'admission	9 atmosphères
Longueur de l'admission	1/9e de la course
Pression à l'échappement	1 atmosphère
Température constante pendant la détente	350°

La formule du travail de compression de l'air est la suivante :

$$\mathcal{T} = V \times 10.333 \text{ Log} \left(\frac{P}{p}\right)$$

$$= 0{,}001 \times 10{,}333 \text{ Log } 9 = 21^{km}{,}4132$$

2) *Calcul du travail du moteur.*—Pour un tour de l'arbre, on a donc un diagramme résistant qui est le travail de compression de l'air et trois diagrammes moteurs équivalents au premier.

Comme on a admis une vitesse de rotation de cinq tours à la seconde, le travail du moteur s'exprimera en chevaux par la relation :

$$\mathcal{T} = 21{,}4132 \times 2 = 42^{km}{,}8264$$

ou en chevaux :

$$\frac{42,8264 \times 5}{75} = 2^{\text{chev.}}, 85$$

Le travail normal du moteur sera ainsi de 2 ch. 85 pour une vitesse de 300 tours à la minute.

3. *Calcul de la quantité d'eau à introduire dans l'air.* La marche normale que nous venons de supposer ne laisse pas l'air sec dans la machine; une certaine quantité d'eau se mêle à l'air et passe dans les appareils successifs pour s'y vaporiser.

Les conditions de marche permettent de préciser cette quantité avec toute rigueur.

En effet, nous savons qu'un litre d'air sec chauffé à 350° augmente son volume dans les conditions données par la formule :

$$V_{350} = \frac{V_{15}}{1 + \alpha + 15} (1 + \alpha . 350)$$

$$\text{car } \frac{V_{15}}{1 + \alpha\ 15} = V_0 \text{ ; mais } V_{15} = 1 \text{ litre}$$

$$\text{donc } V_{350} = \frac{1 + \alpha\ 350}{1 + \alpha\ 15} = \frac{273 + 350}{273 + 15} = \frac{623}{288} = 2^{\text{lit}} 163$$

Par contre, nous avons admis, comme marche normale, que l'échappement de l'air et de la vapeur après la détente dans les cylindres moteurs s'opérait à la pression atmosphérique et à la même température (350°).

Or, nous connaissons le volume de l'air et le volume total des gaz à 350° ; par différence, nous avons donc le volume occupé par la vapeur d'eau sous la pression atmosphérique. Ce volume est :

$$3 - 2,163 = 0,837$$

Calculons le poids de cette vapeur d'eau.

Le poids spécifique de la vapeur d'eau étant à 0° de 0,806, il sera à 350° :

$$\frac{0,806}{1 + \alpha . 350} = \frac{0,806 + 273}{623} = 0,353.$$

Le poids de l'eau introduite par tour est, par ce fait :

$$0,837 \times 0.353 = 0,^{gr} 2954.$$

En ramenant la consommation à l'heure, nous voyons que pour 300 tours à la minute, la machine absorbera :

$$0,2954 \times 5 \times 3600 = 5,317^{gr},2.$$

d'eau et 18 mètres cubes d'air à 15° et sous la pression atmosphérique.

Le résultat auquel nous parvenons nous donne tout de suite les paramètres essentiels.

Un mélange de 18 mètres cubes d'air et de 5 kil., 3172 d'eau permet d'obtenir dans ce moteur 2 chev. 85 pendant une heure.

Dépense en calorique.

4. *Calcul des quantités de chaleur à fournir.* — Nous admettons dans ce calcul un échangeur parfait, c'est-à-dire construit de telle sorte qu'il ne perde au dehors que les quantités de chaleur obligatoirement perdues.

Le calcul de cet échangeur entraînerait à des équations analytiques transcendantes, si l'on voulait appliquer les équations théoriques complètes.

Nous avons, par contre, trouvé une méthode graphique qui donne toute sécurité dans les chiffres obtenus et qui est d'un usage commode.

Dans la figure 1 nous avons représenté deux courbes

A et B qui sont l'expression graphique des quantités de chaleur à fournir par l'échangeur, suivant que l'on considère le courant montant ou le courant descendant.

Prenons les gaz après l'échappement des cylindres moteurs et à leur entrée dans l'échangeur.

Nous savons que ces gaz se composent d'un certain poids d'air et d'un certain poids d'eau réduite en vapeur à 350°; nous savons de plus que dès la sortie des cylindres cette masse gazeuse est à la pression atmosphérique.

En entrant dans l'échangeur, l'air et la vapeur d'eau commencent par abaisser leur température jusqu'au point où la vapeur d'eau sature l'air.

Jusqu'à ce degré de refroidissement, la chaleur qu'ils cèdent au courant inverse situé derrière la surface léchée dans l'échangeur, est représentée par le poids de ces gaz multiplié par l'écart de température.

Au moment où la vapeur d'eau commence à se condenser, elle abandonne sa chaleur latente de condensation, et au fur et à mesure que la température s'abaisse, elle dépose contre les parois de l'échangeur un poids d'eau représenté par la différence des tensions de vapeurs saturantes pour chaque température considérée.

Représentons ces quantités de chaleur par des surfaces comprises entre deux axes de coordonnées et une courbe variable avec la température. Les abscisses représenteront les différentes températures de l'air entre 350° (température d'entrée dans l'échangeur) et 30° (température prise comme moyenne à l'entrée et à la sortie des gaz dans l'échangeur). Comme ordonnées, nous porterons les quantités de chaleur abandonnées par les masses gazeuses pour chaque différence de température de un degré.

C'est en somme, la dérivée de la fonction du potentiel calorifique de la masse gazeuse, lorsqu'on considère la différentielle de température égale à un degré.

La surface comprise entre cette courbe et les axes des coordonnées exprime donc bien la chaleur disponible.

Elle est l'intégrale de la fonction complexe représentant la totalité de la chaleur disponible.

Cette fonction est effectivement très complexe.

Tant que la vapeur d'eau ne se condense pas, l'air et la vapeur d'eau n'agissant que par leur chaleur spécifique, la surface est limitée par une droite parallèle aux abscisses, et à une distance qui représente la somme des produits de la chaleur spécifique des deux composants, réduite en eau, par leur poids [1].

[1] On pourrait croire que l'échauffement de l'air sortant du compresseur dans le réchauffeur, se fasse sous volume constant, puisque le volume de l'échangeur est fixe et immuable. Il n'en est point ainsi; en effet, pendant que l'air se réchauffe, il entraîne l'élévation de température pour l'eau, et la vapeur qui se forme s'ajoute constamment au volume de l'air. Malgré cet apport continu, la pression de 9 atmosphères reste constante parce que l'admission dans les cylindres est supposée de telle sorte que le régime est établi pour cette pression-là.

Nous avons donc bien affaire à l'échauffement de l'air sous pression constante malgré l'apparence du volume constant.

Le coefficient de la chaleur spécifique est donc le même pour l'entrée et pour la sortie de l'air dans l'échangeur.

(*A suivre.*)



LES
VARIATIONS PÉRIODIQUES DES GLACIERS
IIIme RAPPORT, 1897.

rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers

PAR

E. RICHTER
Professeur à l'Université de Graz,
Président de la Commission.

La Commission internationale des glaciers m'ayant fait l'honneur de m'élire président en remplacement de M. le prof. F.-A. Forel, dans sa séance du 1er septembre 1897, à Saint-Pétersbourg, je vais procéder à la rédaction du troisième rapport de la Commission sur les mouvements glaciaires qui ont été constatés dans le courant de l'année 1897.

CHRONIQUE DES GLACIERS. 1897.

Bien qu'il ne m'ait pas été possible d'obtenir de toutes les contrées de la terre des rapports également détaillés sur leurs glaciers, je n'en ai pas moins recueilli, cette année aussi, de nombreux matériaux, quelques-uns fort importants.

LES ALPES DE L'EUROPE CENTRALE

I. Alpes suisses

(Rapport de M. le prof. F.-A. Forel, à Morges).

Les glaciers des Alpes suisses sont en 1897 en phase

de décrue, dans leur très grande généralité. Sur 56 glaciers observés :

39 sont en raccourcissement
5 stationnaires
12 en crue.

Bassin du Rhone. Sur 26 glaciers observés 9 sont en crue certaine, 2 en crue probable, tous les autres en décrue.

Zigiorenove et *le Trient*, qui depuis 1879 étaient en crue très manifeste, ont montré ces dernières années un ralentissement marqué de la poussée en avant ; en 1897 ils se sont mis en décrue ; pour ces deux glaciers la phase de crue a duré 18 ans.

D'après l'histoire ancienne de Zigiorenove, la dernière époque du maximum aurait été en 1852. (Voir F.-A. Forel, VIe rapport.) Nous aurions donc pour ce glacier :

Phase de décrue de la période précédente, 1852 à 1878.	26 ans
Phase de crue de la période actuelle, 1878 à 1896	18 —
Durée d'une période entière d'un maximum à l'autre	44 —

Pour le Trient le dernier maximum aurait eu lieu en 1845 (M. J. Guex) ; nous aurions donc :

Phase de décrue de la période précédente 1845 à 1878	33 ans
Phase de crue de la période actuelle, 1878 à 1896	18 —
Durée d'une période entière, d'un maximum à l'autre	51 —

Le glacier de *Lötschen* a de même cessé sa crue en

1896-97. Mais, comme il n'était en observation que depuis 1893, nous ne pouvons rien dire de la durée de la phase de crue, encore moins de la période.

La décrue de *Ferpècle* et d'*Arolla* qui a repris depuis 1895 est confirmée par les dernières observations. Donc, la décrue générale qui dure depuis 1850 ou 1855 n'a été interrompue que pendant deux ans, en 1893 et 1894, par une petite crue qui les a fait allonger d'une dizaine ou une quinzaine de mètres; la décrue générale est restée dominante.

BASSIN DE L'AAR. La continuation de la crue du *Grindelwald supérieur* est probable ou certaine; le *Gelten* semble être en crue.

BASSIN DE l'INN. Le *Rosegg* est seul en crue confirmée.

Pour quelques autres glaciers (5 ou 6) qui nous sont signalés comme étant en crue en 1897, nous attendons la confirmation par des observations ultérieures.

Tous les autres glaciers suisses dont nous avons des observations sont en décrue; il est probable qu'il en est de même de la très grande généralité de ceux qui n'ont pas été mesurés; car nous devons admettre qu'une crue manifeste d'un glacier quelconque aurait été signalée ou aux agents forestiers chargés par l'administration fédérale de cette surveillance, ou à nous-mêmes.

En somme il y a encore dans nos glaciers suisses quelques restes de la crue du dernier quart du XIXe siècle; mais ces retardataires sont peu nombreux et peu importants, en présence de la grande généralité de la décrue qui prédomine actuellement [1].

[1] XVIIe Rapport sur les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. Jahrbuch des Schw. Alpenclubs. XXXIII, 249. Bern, 1898.



II. Alpes orientales

(Rapport de M. le prof. S. Finsterwalder, Munich).

L'année courante devait prouver, pour la première fois, l'utilité des vastes dispositions que le Club alpin d'Allemagne et d'Autriche (der Deutsche und Œsterreichische Alpenverein) a prises l'année dernière dans le groupe des Tauern pour contrôler les variations glaciaires. Le succès a justifié le moment propice qu'on avait choisi; il en a démontré la nécessité. Grâce à l'activité infatigable de M. le Dr Magnus Fritzsch de Leipzig, qui avait été chargé de cette tâche par le Comité central, nous pouvons signaler une phase inattendue du mouvement glaciaire, qui, sans cela, serait restée tout à fait inaperçue. On sait désormais que la crue partielle, qu'on a pu remarquer depuis 1885 dans les régions de l'Ortler et de l'Adamello, depuis 1891 dans les Alpes du l'Œtzthal et du Stubai, s'étend vers l'Est au delà de la ligne du Brenner, dans les Alpes du Zillerthal et, à en juger sur plusieurs indices, même jusqu'aux groupes du Venediger et du Glockner. Il est vrai qu'on ne saura que dans quelques années si cette crue, en tout cas minime, provient d'une réelle augmentation du débit glaciaire et pourra durer pendant quelque temps, ou si cette variation de l'état glaciaire n'a été produite que par l'humidité des deux derniers étés si favorable à la conservation des glaciers.

Mais voici qui semble indiquer que la crue est l'effet de causes moins passagères : on pouvait la prévoir, dès 1892, pour le Gliederferner, l'un des glaciers de ces régions, dont l'observation a été faite le plus méthodiquement et remonte le plus loin (jusqu'en 1885).



C'est ce même Gliederferner qui nous a renseignés sur sur une autre question vivement discutée dans ces dernières années : le glacier grossit-il avec plus de vitesse qu'il ne s'écoule, autrement dit : la propagation d'amont en aval du gonflement du glacier marche-t-elle plus vite que l'écoulement de la glace? La réponse affirmative n'est pas douteuse ; c'est ce qu'on va voir par les constatations suivantes. En 1885, lors du premier levé du glacier, j'ai tracé une ligne rouge de pierres à 550 m. du point où le glacier se terminait alors. En vérifiant, lors du deuxième levé que j'ai fait en 1887, avec le concours de MM. les Drs A. Blümcke et H. Schunk, j'ai trouvé un écoulement annuel de 14 m. La surface de la glace s'était partout affaissée en aval du profil de la ligne de pierres; mais au profil même on ne pouvait pas constater une dépression qui ait dépassé la précision du mesurage.

Le troisième levé, fait en 1892 avec le concours de M. A. Blümcke, a accusé la persistance de la dépression dans les parties inférieures du glacier. Cependant on remarquait déjà un gonflement à 300 m. en arrière du front du glacier en 1885. Il allait jusqu'à 10 m. sur le profil de la ligne de pierres. La vitesse de l'écoulement de la glace était montée à 22 m. par an. Donc, pendant les cinq années de 1887 à 1892 l'écoulement avait fait un chemin de 110 m. seulement tandis que le gonflement s'était avancé au moins de 250 m.

En 1897, M. le Dr Domsch de Chemnitz a bien voulu me rendre le service de relever la ligne de pierres de 1885 et une ligne jaune marquée en 1892. Le résultat a été bien curieux : la première ligne avait élevé sa vitesse annuelle jusqu'à 46 m. et s'était éloignée de 367 m.

de sa situation primitive, tandis que l'écoulement s'était même élevé à 60 m. par an sur l'ancien profil. Pourtant la propagation du gonflement a dépassé de beaucoup la vitesse de l'écoulement : il est déjà arrivé au front du glacier éloigné de 475 m. du profil, et l'a fait avancer de 17 mètres.

La même conclusion résulte des observations faites depuis 1889 sur les glaciers de Vernagt et de Guslar, observations pénibles et coûteuses, auxquelles j'ai travaillé avec MM. les Drs A. Blümcke, H. Hess et G. Kerschensteiner, et dont le « Deutsche und Œsterreichische Alpenverein » a couvert la plus grande partie des frais. Ces observations ont été publiées dans un fascicule splendidement orné : *Der Vernagtferner, seine Geschichte und seine Vermessung in den Jahren 1888 und 1889 ;* avec un appendice : *die Nachmessungen am Vernagtferner in den Jahren 1891, 1893 und 1895. Wissenschaftliche Ergänzungshefte zur Zeitschrift des Deutschen und Œsterreichischen Alpenvereins*, I, Band, 1, Heft.

Si l'on y joint les observations faites en 1897 par M. Hess et moi, on obtient les chiffres suivants qui marquent l'augmentation rapide de la vitesse annuelle d'un profil du Vernagtferner : 1889-91 : 17 m.; 1891-93 : 25 m.; 1893-95 : 501 m.; 1895-1897 : 96 m. Là encore le gonflement a devancé l'écoulement de plusieurs centaines de mètres ; cependant il n'a pas encore atteint le front du Vernagtferner, tandis que le Guslarferner, qui offre des conditions semblables, quoiqueun peu affaiblies, s'est déjà mis en crue. Quant aux autres résultats publiés dans le mémoire sur le Vernagtferner, nous nous bornons à mentionner le calcul de la perte de volume que le glacier a subie depuis le dernier maximum de 1848.

On a obtenu 240 millions de m³, soit 15 m. d'ablation de la superficie du glacier, névé compris. Cette quantité est le double de la moyenne obtenue pour les autres glaciers des Alpes orientales. Elle fait présumerque le Vernagtferner est capable d'accumuler les névésde deux périodes climatiques pour les débiter ensuite dans une crue énorme.

On a calculé la perte de volume que les glaciers subissent pendant une période pour un assez petit nombre seulement des glaciers des Alpes orientales, ; il y a là une des conditions essentielles pour reconnaître les causes des variations glaciaires. Nous sommes donc heureux de pouvoir communiquer la valeur que MM. Blümcke et Hess ont obtenue pour le Hintereisferner, 115,2 millions de m³ ou 7,6 m. d'ablation totale : nombre calculé avec une grande précision et qui s'accorde parfaitement avec les expériences recueillies jusqu'ici sur des glaciers normaux. Espérons que, l'année prochaine, paraîtra le levé du Hintereis préparé et exécuté sur un vaste plan.

Pour les travaux glaciaires relatifs à notre région, mais sans connexion avec l'Alpenverein, mentionnons encore le levé topographique du glacier de Watzmann, à l'échelle de 1 : 10000, exécuté par le bureau topographique royal de Bavière, et celui de la Pasterze, par le colonel de Groller. Ce dernier levé fait suite à la carte du Karlseisfeld (groupe du Dachstein) publiée l'année dernière dans les *Mittheilungen der K. K. geographischen Gesellschaft in Wien*, volume 40, 1897.

Nous allons maintenant donner des dates sur chacun des glaciers des différents groupes de notre région. Sont en crue dans le groupe de l'Ortler, étudié dans l'été de 1897 par M. le D[r] Fritsch : le *Suldenferner* (21 m. en

deux années), le *Untere Ortlerferner*, le *Trafoiferner*, la *Vedretta la Mare* (80 m. en 2 années), le *Zufallferner* (21 m. en 4 années), le *Fürkeleferner*, le *Hohenferner*, la *Vedrettadel Forno*, le *Angelus-(Laaser)-Ferner* (13 m. en 2 années), le *Rosimferner*, le *Schöntaufferner*, le *End der Welt-Ferner* et le *Marltferner*. Sont stationnaires : le *Zayferner*, le *Madatschferner* et la *Vedretta di Cedeh*. Sont en décrue : le glacier de *Tabaretta*, la *Vedretta Rossa*, la *Vedretta Careser*, le *Langenferner*, le *Soyferner* et la langue Est du *Laaserferner*. (13 glaciers avancent, 2 sont stationnaires, 6 reculent).

Sur le groupe de l'Adamello, il n'y a pas de rapports pour 1896-97. Des vues photographiques prises en 1896 montrent une différence en décrue par rapport à celles que j'avais levées en 1895. La comparaison prouve que le Mandronferner n'a pas encore arrêté la marche en crue qu'il poursuit depuis bientôt 10 ans, quoique la croissance ait fort diminué pendant l'année de 1895 à 1896.

Dans le groupe de l'Œtzthal la crue tend à se répandre de plus en plus. Sont en crue, d'après les mesurages de M. B. Fischer de Breslau : le *Taufkarferner* (8 m. par an), le *Mitterkarferner* (5 m. par an), le *Spiegelferner* (10 m. par an), le *Gaisbergferner* (10 m. par an). Le *Rothmoosferner* est stationnaire. Sont en décrue : le *Gurglerferner* (6 m.), le *Rofenkarferner* (7 m.), le *Niederjochferner* (6 m.), le *Marzellferner* (8 m.), le *Langthalerferner* (10 m.). D'après mes propres observations, sont en décrue aussi le *Hochjoohferner*, le *Hintereisferner* et le *Vernagtferner ;* cependant ces deux derniers présentent déjà, dans leurs parties supérieures, des indices visibles de gonflement. Le *Guslarferner* avance, on peut supposer la



même chose du *Kreuzferner*. (En crue : 6 glaciers; stationnaires : un glacier; en décrue : 8 glaciers).

Il n'y a pas de nouvelles sur les Alpes de Stubai. Rappelons seulement que quelques-uns des glaciers de ce groupe sont en crue depuis 5 ans.

Par contre, il faut enregistrer des données importantes recueillies sur le groupe du Zillerthal par MM. Fritzsch de Leipzig et Domsch de Chemnitz. Selon eux, les glaciers suivants sont en crue : le *Gliederferner* (17 m. en 5 années), le *Schlegeiskees* (20 m. en une année), le *Furtschagelkees* (26 m. en une année), le *Waxeckkees* (10 m. en une année), le *Hornkees* (5 m. en une année), le *Floitenkees* (12 m. en une année). Il n'y a que le *Schwarzensteinkees* qui soit en décrue (11 m. en une année). (En somme : 6 glaciers en crue, un glacier en décrue).

Suivant M. Fritzsch la décrue prévaut dans le groupe du *Venediger*. Sont stationnaires dans ce groupe-là le *Krimmlerkees*, le *Untersulzbachkees* et le *Frossnitzkees*, qui s'était mis en crue auparavant. Sont en décrue : le *Viltragenkees* (6 m. par an), le *Schlatenkees* (stationnaire peut-être?). le *Mullwitzkees* (29 m. par an), le *Dorferkees* (18 m. par an), le *Maurerkees* (12 m. par an), le *Simonykees* (13 m. par an) et le *Umbalkees* (9 m. par an). D'après une communication de M. le Dr Kerschensteiner, qui a de nouveau mesuré l'*Obersulzbachkees* en 1897, ce glacier est devenu stationnaire peu de temps après 1892, et s'est mis à décroître après avoir déposé un cercle considérable de moraines. (Donc, dans le groupe du Venediger, il y a 3-4 glaciers stationnaires et 6-7 glaciers en retraite).

La tendance rétrograde est encore plus accentuée

dans le groupe du Grossglockner, comme le démontrent les données suivantes fournies par M. Fritzsch. Le *Ködnitzkees* seul est dans une faible crue (3 m. par an) ; le *Glockerinkees* est à peu près stationnaire ; mais le *Wielingerkees* est en décrue (18 m. par an), de même que le *Karlingerkees* (15 m. par an), le *Œdenwinkelkees* (21 m. par an) et le *Teischnitzkees* (18 m. par an). D'après M. Seeland, à Klagenfurt, la *Pasterze* est en forte décrue (10 m. par an en épaisseur), du moins dans ses parties inférieures. Mais le glacier est stationnaire dans ses parties supérieures. (Résumons: un glacier en crue, un glacier stationnaire, 5 glaciers en décrue).

Pour le groupe du Sonnblick, qui est situé encore plus à l'Est, nous n'avons pas de nouvelles de 1897 ; cependant M. le prof. A. Penck de Vienne a publié une étude importante sur les variations que les glaciers de ce groupe ont subies depuis le dernier maximum (1850) jusqu'en 1896. Nous empruntons à ce mémoire les dates suivantes. Le *Goldberggletscher* a diminué en longueur de 150 m. entre 1850 et 1880, de 150 m. entre 1880 et 1890, de 100 m. entre 1890 et 1896 ; il a diminué en épaisseur de 50 m. aux parties inférieures, de 30 m. aux parties moyennes. Le petit *Sonnblickkees*, le *Neunerkees* et le petit *Fleisskees* manifestent une forte décrue. Le *Wurtenkees*, qui avait avancé de 150 m. entre 1834 et 1870, s'est retiré depuis de 50 m. (Tous les glaciers sont incontestablement en décrue).

Il en est de même des glaciers des Alpes calcaires nord. Suivant mes observations et la carte susdite du Bureau topographique royal de Bavière, le *Plattachferner* est en décrue (2 m. par an), ainsi que le *Höllenthalferner* et le *Watzmannferner*. L'affaissement annuel du Plattach-

ferner, qui était de 2,5 m. dans l'année de 1892 à 1893, s'est amoindri à 1 m. dans l'espace de 1893 à 1897; mais, coïncidence intéressante, la vitesse annuelle est aussi tombée de 2,9 m. à 1,9 m[1].

III. — Alpes italiennes

(Rapport de M. le prof. Marinelli, à Florence).

Les travaux concernant l'étude et l'observation des variations glaciaires pendant 1897 ont eu pour objet six

[1] Pour la bibliographie, voir :

S. Finsterwalder. Vom Gepatsch-Weissee - und Laugtaufererferner.-Mittheilungen des D. u. Oe. Alpenvereins, 1897. S. 94.

S. Finsterwalder u. H. Hess. Beobachtungen am Vernagt-Guslarferner im Jahre 1897. Ebenda : S. 267.

F. Seeland. Studien am Pasterzengletscher im Jahre 1897. Ebenda : S. 289.

P. Domsch. Gletscherbeobachtungen in den Zillerthaleralpen. Ebenda : S. 277.

A. Blümcke. Studien am Hintereisferner. Ebenda : S. 238.

A. Penck. Gletscherstudien im Sonnblickgebiete. Zeitschrift des D. u. Oe. Alpenvereins 1897. S. 52. Mit. 3 Karten in 1 : 10000.

M. Fritzsch. Verzeichnis der bis zum Sommer 1896 in den Ostalpen gesetzten Gletschermarken. Wien 1898. Verlag des D. u. Oe, Alpenvereins.

M. Groller v. Mildensee. Das Karlseisfeld. Mit. einer Karte in 1 : 12500. Mittheilungen der K.K. geograph. Gesellschaft in Wien. 1897.

Fr. Simony. Das Dachsteingebiet 1. u. 2. Lieferung 1889, 3. Lieferung 1895. Wien. E. Hölzel.

S. Finsterwalder. Der Vernagtferner, seine Geschichte und seine Vermessung in den Jahren 1888 und 1889. Mit einer Karte in 1 : 10000. Wissenschaftliche Ergänzungshefte zur Zeitschrift des D. u. Oe. Alpenvereins. I. Bd. 1. Heft. S. 1.

A. Blümcke u. H. Hess. Die Nachmessungen am Vernagtferner in den Jahren 1891, 1893 und 1895. Mit. einer Karte in 1 : 10000. Ebenda S. 99.

groupes distincts : 1° le groupe du Mont-Blanc, particulièrement son versant méridional ; 2° le groupe du Disgrazia ; 3° celui du Bernina ; 4° le groupe des Alpes Cadorines ; 5° le glacier isolé du Kellerspitz (Alpes Carniques) ; 6° les glaciers du Canino (Alpes Juliennes).

1. *Glaciers du Mont-Blanc.*

Divers travaux y ont été exécutés par M. le prof. Fr. Porro, directeur de l'Observatoire astronomique de Turin, et par M. l'ingénieur Alexandre Druetti, avec l'assistance de M. l'ingénieur Carlo Daviso de Charvensôd adjoint du même observatoire.

Voici ce que ces messieurs ont accompli en fait d'opérations :

1. *Glacier de Pré-de-Bar* (*Mont-Dolent*). Levé télémétrique du front et de toute la partie terminale, ainsi que des moraines latérales et frontales, récentes et vieilles. Jonction avec le bassin du glacier du Triolet (voir ci-dessous). Photographies de la région inférieure du glacier et des détails du front ; apposition de signaux taillés dans la roche à gauche et sur un gros bloc erratique de la moraine de droite. Ces signaux forment un alignement avec la bouche du glacier qui coïncide avec l'extrémité inférieure du glacier même (la bouche est unique, et un seul torrent en découle).

2. *Glacier du Triolet*. Levé télémétrique (comme pour le glacier précédent) du tronc inférieur caché sous un énorme manteau de détritus, et de l'énorme amphithéâtre de moraines, à multiples cordons frontaux, joint, comme on l'a dit ci-dessus, avec le levé du Pré-de-Bar, de façon à pouvoir les réunir en un seul plan de levé pour montrer l'ancien confluent des deux courants de glace et

leurs relations de retraite. Photographies du front et des moraines. Signaux taillés dans les roches et colorés de minium, sur les parois du vallon, et formant alignement avec le front.

3. *Glacier de Gruetta.* Bassin glaciaire petit, mais intéressant, d'accès difficile, et dont le front est fort élevé sur le fond du Val Ferret. Position de signaux sur la roche des flancs pour alignements; photographies du front et des rochers arrondis au-dessous.

4. *Glacier de Frébouzie.* Jonction avec les glaciers de Pré-de-Bar et du Triolet moyennant une triangulation polygonale de plus de cinq kilomètres, mesurée sur le fond du Val Ferret jusqu'à La Vachey, et orientée astronomiquement par observation solaire. Outre cette jonction on a levé la vieille moraine frontale au débouché du vallon dans le Val Ferret. Signaux comme ci-dessus et photographies.

5. *Glacier des Jorasses.* Nous réservons au Mémoire à publier une étude sur la nomenclature la plus rationnelle des diverses branches de la masse glaciaire qui descend des Jorasses et des pics de Rochefort. En attendant nous signalons les marques faites sur les diverses branches et les nombreuses photographies des masses glaciaires et des moraines.

6. *Glacier de la Brenva.* Levé télémétrique de la partie inférieure, du front et des moraines récentes et vieilles. Nombreuses photographies d'ensemble et de détail. Alignement du front actuel avec des signaux taillés sur de grosses pierres de la moraine.

7. *Glaciers de Fresnay et du Brouillard.* Photographies.

8. *Glacier du Miage.* Reconnaissance de l'état actuel, comparé avec celui qui résulte du levé publié dans le

Mémoire de M. le prof. Baretti. Signaux latéraux taillés et colorés au front des diverses branches. Photographies des fronts et des moraines.

9. *Glacier de l'Estellette.* Signaux.

2. *Glacier du mont Disgrazia*[1].

C'est M. le prof. L. Marson, du Reale Istituto tecnico de Sondrio, qui y a fait diverses excursions aux mois de juillet et d'août et y a accompli différentes recherches et études. Voici les glaciers examinés par lui.

Cassandra. Découverte de deux petits lacs interglaciaires et reconnaissance de deux autres trouvés l'année d'avant : tous plus ou moins couverts de glaçons de nevé. Mesure de leurs dimensions. Mesure du front du glacier, d'où résulte une retraite de 24 m. relativement aux pierres marquées l'année précédente. Observations météorogiques et magnétiques comparées avec celles de l'Observatoire météorologique du Reale Istituto tecnico de Sondrio. Photographies de deux des petits lacs mentionnés. Petite carte du glacier, copiée sur la carte de l'Istituto geog. milit. (échelle 1 : 25000), augmentée des quatre petits lacs et corrigée sur le front et sur la branche occidentale du glacier. Confirmation de la période actuelle de diminution, prouvée par la comparaison des conditions actuelles avec celles qui ressortent du dessin de la carte de campagne levée en 1890.

Glacier Disgrazia-Sissone. La bouche du glacier s'est écroulée et tout le front en est tellement dérangé qu'il

[1] L. Marson. *Sur les glaciers du Disgrazia*, dans les Mémoires de la Soc. geogr. ital. (sous presse).

est impossible de retrouver les pierres marquées en 1896 Diminution probable. Nouvelles marques sur pierres pour le contrôle futur. Observations météorologiques.

Glacier Ventina. Constatation, sur des points divers, du mouvement en décrue du glacier relativement à l'année précédente de 10,1 m. [?], 18,5 m. [?], 20,0 m. [?]. Nouvelles marques sur des pierres de la moraine; un jalon planté pour des mesures futures. Diverses photographies. Diminution frontale horizontale de 2,9 m., latérale de 2,6 m. Observations météorologiques.

3. *Groupe du Bernina proprement dit.*

En dehors d'une étude préliminaire générale sur les glaciers des deux versants (danubien et adriatique) du Bernina, comparée avec les travaux antérieurs de M. Ziegler et de M. Forel et accompagnée d'une petite carte schématique, M. le prof. L. Marson a accompli plusieurs recherches concernant les glaciers suivants.

1. *Glacier de Scerscen.* Détermination de sa situation. Etendue. Dimensions. Sa description topographique. Système des eaux qui en découlent. Étude des traces évidentes de sa retraite, confirmée par la comparaison de ses conditions actuelles avec le dessin de la carte levée en 1890, par une photographie de Ziegler et par les témoignages des guides. La retraite du front pendant les années 1890 à 1897 se monte à 1100 m. environ. Photographies du glacier et découverte d'un petit lac de barrage. Signaux. Observations météorologiques.

3. *Glacier de Fellaria.* Détermination de sa situation. Étendue. Dimensions. Description topographique avec des indications pour rectifier la carte de l'Istituto Géografico militare.

On note des indices sérieux de diminution donnés par les témoignages des bergers et par la comparaison des cartes de M. Ziegler, de la carte de campagne de l'Istituto Geografico militare et des conditions actuelles du terrain. On n'a pu appliquer des signaux sur le front; mais on en a fait sur le flanc latéral de droite au moyen de pierres colorées en rouge.

4. *Glaciers des Alpes cadorines.*

Ces glaciers, dont une partie se trouvent sur le territoire de l'Autriche et qui jusqu'à présent n'avaient été étudiés par personne, ont été reconnus et marqués par M. le prof. O. Marinelli, qui les a visités au mois d'août 1897. Il sont tous de petite étendue; aucun d'eux ne dépasse un demi-kilomètre carré de surface. Tous sont exposés vers le nord, aucun ne descend par son extrémité inférieure au-dessous de 2100 m. Pourtant ils diffèrent sensiblement entre eux par les figures de leurs surfaces et par leurs caractères. Les indices recueillis (il est vrai, très incertains) feraient croire que ces glaciers sont dans une *période de diminution.*

M. O. Marinelli s'est borné à faire des déterminations hypsométriques pour en fixer quelques éléments importants, enfin à y faire des marques pour pouvoir constater les variations éventuelles dans la suite.

Les glaciers des Alpes Cadorines examinés par M. Marinelli sont les suivants:

1. *Glacier occidental de l'Antelao* (groupe de l'Antelao).
2. » *oriental de l'Antelao* (» »).
3. » *occidental du Sorapiss* (groupe du Sorapiss).
4. » *central du Sorapiss* (» »).
5. » *du Cristallo* (groupe du Cristallo).

5. *Glaciers des Alpes carniques.*

Glacier du Kellerspitz. Dans toute cette chaîne il existe un seul petit glacier sur le versant nord de la chaîne principale, sur le territoire de l'Autriche : le *glacier de Kellerspitz.* Son étendue est d'à peu près 12 ha. Il est situé au nord de la crête qui s'étend entre le Pizzo Collina et le Kellerspitz, entre 2100 et 2325 m. (Zsch. d. D. u. Œ. A. V. 1890. 401.)

M. O. Marinelli y a exécuté, au mois d'août 1897, quelques déterminations hypsométriques, en a fait le levé à la boussole et y a fixé les premières marques pour pouvoir reconnaître les variations éventuelles dans la suite.

6. *Glaciers des Alpes Juliennes occidentales.*

Glacier du Mont Canin. M. O. Marinelli, en poursuivant un travail commencé il y a quelques années, a visité ces glaciers pour en contrôler les déplacements et a dû reconnaître une retraite du front de 2,5 — 4,8 m., correspondant à une diminution d'épaisseur d'environ 0,8 m. [1].

[1] Pour la bibliographie, voir :

Marson prof. L. Sui ghiacciai del massiccio del monte Disgrazia. Osservazioni del 1896. In « Mem. d. Soc. Geogr. it. », vol. VII, sett. 1897.

Druetti A., Ricerche sui fenomeni glaciali nel gruppo del Gran Paradiso Campagna glaciologica del 1896. In « Boll. d. Club Alp. ital. » 1897.

Marinelli O., Osservazioni sui ghiacciai del Canin fatte nel 1897. Nell' « In Alto », nov. 1897.

Idem., Visita al ghiacciaio del Kellerwand. Idem, marzo 1898.

Idem., Idem. « Mem. d. Soc. Geogr. ital. (In corso di stampa).

ALPES SCANDINAVES

IV. Suède

(Rapport de M. Fréd. Svenonius, à Stockholm.)

Comme nous l'avons déjà dit dans notre dernier rapport, l'intérêt pour l'exploration attentive des glaciers de Suède a été réveillé par la création de la C. I. Gl.

C'est surtout au concours de MM. Axel Hamberg et A. Gavelin et au secours obligeant de la Société des Touristes Suédois, qu'on doit des observations exactes. Il paraît que le Bureau (l'Institut) géologique de Suède a suivi ce bel exemple l'année dernière en prêtant à ces observations des secours directs et importants. Il a subventionné MM. Hamberg et Westman, tandis que M. Gavelin a voyagé à ses propres frais. Si le mauvais temps de la seconde moitié d'août n'avait pas continué, on aurait sans doute déjà levé cette année par voie photographique l'extrémité terminale de *tous* les glaciers suédois et on les aurait exactement repérés, suivant les instructions du rapporteur. La Suède n'en serait plus à la découverte des glaciers.

L'été 1897, on s'est partagé les travaux comme suit:

Dans les Alpes d'Inkkasjärai, MM. les cand. phil. A. *Rönnholm* et A. *Nordgren*, étudiants de l'Université

Marson prof. L.. Sui ghiacciai italiani del Disgrazia e del Bernina proprio. Anno 1897. Idem. (In corso di stampa).
Viglino Alberto. Escursioni e studi preliminari nelle Alpi Marittime. (Cnfr. specialmente il capitolo : « Distribuzione delle nevi e dei ghiacciai sulle Alpi Marittime», pag. 267). In « Boll. del C. A. It. », vol. XXX, n. 63, 1897.



d'Upsala, travaillaient avec le concours de la Société des touristes suédois. Ils ont visité les glaciers de Kebnekaise, Kaskasaljåkko et d'autres.

M. Westmann a levé une carte assez grande des glaciers de la contrée de Sulitelma et étudié la température et l'ablation. MM. A. et W. Langlet ont examiné les glaciers sur le grand Akkavare.

Dans Westerbottens Lappmark, M. St. A. Gavelin a visité les glaciers de Stouravare, qu'il avait levés et très bien décrits en 1896. Il a trouvé que le glacier n° 1 avait décru de 16 m., et que les glaciers n° 2 et n° 3 étaient restés stationnaires; en outre, il a découvert deux nouveaux glaciers.

Au Iämtland, M. A. Hollender, étudiant, avec le concours de la Société des Touristes Suédois, a levé des cartes de deux glaciers.

Dans les Alpes de Kuikkjökks, M. A. Hamberg, qui y avait à faire une revision géologique, glaciaire et topographique avec le candidat Winze, a observé que le grand glacier de Luottoh s'est retiré de 119 m. du 31 août 1883 (première visite de F. Svenonius) au 29 août 1896.

V. Norvège

(Rapport de M. P.-A. Oyen).

Dans la région de *Iotünheim*, on a pu observer une décrue générale en 1896 et 1897. (K. Vole-Elvesaeter).

Pendant l'été de 1897, le glacier de *Briksdal* s'est un peu retiré, depuis le mois de mars; de même que Boiumbrae, le grand et le petit Suphellebrae, Bondhusbrae, Pytbrae et Buarbrae. Des hommes dignes de foi ont communiqué au rapporteur, M. P.-A. Oyen, ces observations

sur les glaciers de Norwège les mieux connus et les plus fréquentés, qui appartiennent, les uns au massif d'Iostedalsbrae, les autres à celui de Folgefond.

Littérature sur les glaciers de Norwège, ayant pour auteur P.-A. Oyen :

1. Isbraestudier i Iotunheimen.
2. Isbräer i Iotunfjeldene.
3. Isbräer i Iotunheimen.
4. Slammaengden i braeelve.
5. Splinter fra isoeksen.
6. Dommevandet.
7. Dommevand. Et bidrag til Hardangerjökelens geologi.
8. Pytbraeen. Et bidrag til folgefonnens geologi.
9. Nogle traek of Hardangerviddens.
10. Geologiske og archaeologiske forhold. Bidrag til Iotunfjeldenes glacial geologi.

parus dans Nyt Magaz. for Naturvidenskaberne, Archiv for Mathematik, Aarbog Norske Turistforening.

SPITZBERG ET TERRE FRANÇOIS-JOSEPH

VI. Spitzberg

(Rapport de M. Nathorst.)

Les travaux les plus importants relatifs à ces contrées sont incontestablement ceux que M. G. de Geer a exécutés dans le Eisfjord pendant l'été de l'année 1896. Mais les publications qu'il a faites à ce sujet sont très succinctes.

Dans son rapport (Ymer 1896, p. 264-265), il nous apprend qu'un grand nombre de glaciers sont mentionnés sur la carte des eisfjords, dressée au 1/100 000e, et que les plus importants (ceux de Wahlenberg, de Sefström, de Nordenskiöld et celui de Von Post), se trouvent même sur une carte spéciale à l'échelle de 1/20 000e. Grâce à M. De Geer, nous possédons plusieurs séries de photogra-



phies se rapportant à ces glaciers ; les points d'où elles ont été prises étant indiqués exactement sur les cartes, il suffira, à l'avenir, de prendre les clichés, en se plaçant aux mêmes endroits, quand on aura l'intention de dresser de nouvelles cartes. Il n'y aura plus alors qu'à comparer ces cartes avec celles que nous possédons actuellement pour constater les changements que les glaciers auront pu subir.

Comme M. De Geer avait déjà visité ces glaciers en 1882 et qu'il les avait photographiés, il a pu constater, à l'heure qu'il est, que, depuis cette époque, celui de Sefström a *avancé* d'environ quatre kilomètres, bien qu'il semble actuellement rentré dans une phase de recul.

Par contre, le glacier de von Post, dont j'ai dressé la carte partielle en 1882, a légèrement reculé depuis lors. (De Geer, Geol. for. forhandl 1897.).

Sir Martin Conway, qui visita le Spitzberg en 1896, nous communique, dans un travail publié l'année suivante (The first crossing of Spitzbergen, London 1897.), quelques observations détachées qu'il a faites sur plusieurs glaciers de cette contrée. Il convient de dire, à ce sujet, que le grand glacier de la Tulmar Valley (Stormvogel-Thal), auquel il donne le nom de « The Ivory Gate » a, d'après lui, avancé considérablement depuis 1870 ; von Heuglin s'en est approché à cette époque sans toutefois l'observer.

Cependant ce n'est pas dans le livre de Sir M. Conway que se trouvent les observations les plus intéressantes sur les glaciers, mais dans un article portant le même titre et publié par le *Geographical Journal*, au mois d'avril 1897.

On a ajouté à cet article de bonnes autotypies faites d'après des photographies, ces autotypies sont d'une

grande valeur ; il est néanmoins regrettable que les explications que *Garwood* nous donne sur ces reproductions, soient un peu trop superficielles. Quelques-unes de ces photographies nous montrent des glaciers dont les flancs sont devenus abrupts par suite de ruptures ; ils présentent cette structure parallèle très nette et très prononcée que nous trouvons fréquemment dans les glaciers arctiques. On n'a pas publié, jusqu'à présent, de notes plus détaillées sur les travaux exécutés au Spitzberg par M. *Conway*, en 1897.

Dans un article qui vient de paraître (Om glacierernes parallelstruktur, geologiska Föreningens Förhandlinger 1897, 19e vol., page 522), M. A. Hamberg nous parle de la structure parallèle des glaciers. D'après lui la structure, en ce qui concerne les glaciers des Alpes de même que ceux de la Scandinavie — telle est, du reste, l'opinion de M. Upham également, — doit être considérée comme fluide. Quant à celle des glaciers arctiques, ou tout au moins des plus petits d'entre eux, M. Hamberg est d'avis, comme il l'a déjà affirmé en 1894, qu'elle est le résultat des différentes couches de neige superposées.

Le mouvement de ces glaciers est dû au glissement des couches de glace les unes sur les autres, tandis que le mouvement qui se produit dans les couches elles-mêmes est comparativement insignifiant.

M. *Hamberg* appuie en même temps sur ce fait que la transformation de la neige en glace s'accomplit, par suite de la basse température, bien plus lentement, tout en exigeant une pression plus forte dans les contrées polaires qu'en Scandinavie et dans les Alpes.

La pression qui se produit dans les glaces du continent peut être suffisante pour cette transformation, elle

ne saurait l'être pour les petits glaciers arctiques : ce qui explique pour ces derniers la présence des couches de neige primordiales. Plus le climat est froid, plus on constate fréquemment l'existence de ces couches glaciaires bien prononcées ; ce fait a été confirmé par l'expérience, car on connaît des glaciers de ce genre non seulement au Spitzberg et dans le nord du Groenland mais encore au Grinnelland de même que dans les parages de la Terre de François-Joseph.

Ces glaciers sont encore dans un état de névé ; nous savons que M. Hamberg a donné le nom de névés à ceux qu'il a étudiés en détail à Kings-Bay, au Spitzberg, en 1893. Enfin M. Hamberg est d'avis, dans son intéressant article, que la structure parallèle des glaces antarctiques s'explique de la même façon : ce sont, dit-il, des couches primordiales ; et on peut comparer ainsi au moins les couches supérieures de la grande calotte antarctique aux névés arctiques.

VII. Terre de François-Joseph

Nous possédons maintenant sur les glaces de ce groupe d'îles les indications données par M. Nansen dans son ouvrage relatif à sa célèbre expédition polaire.

M. Nansen dit très nettement (et il appuie même sur ce point) que, dans ces parages, il n'a pas rencontré de vrais glaciers (Eisströme, Skridjökler) ; mais il a constaté que les îles de la Terre de François-Joseph sont recouvertes de masses de glace tombant régulièrement en pente vers la mer.

De là la grande ressemblance que présentent ces glaces avec celles des contrées antarctiques. Il est évident que nous avons affaire ici à un type identique aux névés de M. Hamberg.

La carte de la Terre de François-Joseph, dont l'ouvrage est muni, montre comment toutes ces contrées sont recouvertes de glaces, de sorte que sur le plateau, le roc ne se présente à nu qu'à certains endroits relativement rares.

Quant aux autres informations, émanant de M. Nansen, il convient de citer, d'une part, celle qui se rapporte, comme l'affirme l'explorateur, aux traces d'un glacier aujourd'hui disparu et qui se serait étendu sur tout le nord de la Sibérie; d'autre part, l'intéressante description qu'il nous fait des pressions des glaces.

Ces pressions étaient évidemment en rapport avec les courants de la mer et se produisaient de manière que les masses de glace se dressaient parallèlement les unes aux autres, tout en restant perpendiculaires à la direction des cocrants. La glace se courbait alors et finissait par se rompre. Ce phénomène offrait ainsi une grande analogie avec la formation des chaînes de montagnes et des brèches de friction, telle que nous la concevons. Les brèches de friction l'emportaient certainement dans ce dernier cas; cependant, étant donnée la fragilité de la glace, il devait nécessairement se produire, dans le cas qui nous intéresse ici, des plis fort remarquables.

GROENLAND

(Rapport de M. K. J. K. Steenstrup.)

M. le prof. Burton doit avoir examiné, en 1896, les glaciers d'Umanaksfjord sur la côte ouest du Groenland, 70° 5′ latitude nord. Je regrette de n'avoir pas encore lu son étude(Technological Quarterly, vol. X, n° 2, Boston 1897). J'espère pouvoir en parler l'année prochaine,

comme de l'étude de M. de Drygalski sur les mêmes glaciers, et signaler les variations qu'ils ont subies depuis les observations que j'ai faites dans les années de 1878-80.

Une expédition géodésique danoise, sous le lieutenant de marine Frode Petersen, a visité Godhavn en 1897. M. Peterson et M. Helge Pjetursson, qui accompagnait l'expédition comme géologue, ont trouvé l'occasion de visiter les glaciers de Blosedalen sur l'île de Disco. Ces glaciers avaient été examinés en 1894 par M. le prof. Chamberlin. (*Journal of Geology*, vol. II, n° 8, 1894). MM. Petersen et Pjetursson croient pouvoir assurer que les deux glaciers méridionaux du côté ouest de la vallée ont fait une retraite importante pendant les trois années de 1894 à 1897; ils n'ont pas pu fournir des chiffres précis. Ils ont établi deux points de repères, sur la base desquels ils ont fait bon nombre de levés goniométriques et plusieurs photographies, de sorte que des observations futures pourront constater les variations que les glaciers auront subies depuis 1897.

M. Pjetursson conteste ce que M. Chamberlin dit p. 774 : « On n'a pas trouvé de moraine terminale traversant la vallée sur quelque point, mais des moraines remarquables sont en train de se former au front des glaciers actuels. »

Au contraire, il a trouvé qu'une vieille moraine terminale s'étend à travers Blosedalen, non loin de l'issue méridionale de la vallée.

(Au mois de mai de l'année courante, M. Steenstrup s'est rendu à Disco pour continuer ses observations interrompues en 1880. Sa principale tâche est d'étudier les glaciers).

ETATS-UNIS DE L'AMÉRIQUE

(Rapport de M. Fielding Reid à Baltimore.)

Il y a peu d'informations concernant les variations glaciaires aux États-Unis entre 1896 et 1897.

Le Chaney Glacier, petit glacier à forte pente des Rocky Mountains de Montana, découvert en 1895, est en retraite. (L. W. Chaney.)

Le Carbon Glacier, sur le Mont Rainier, s'est retiré d'à peu près 75 pieds entre 1896 et 1897. (Plummer.)

Mount Hood, Orégon. Les glaciers de cette montagne décroissent en grandeur, au lieu de croître, comme on a lu page 34 du 2e rapport de la Commission. C'était une faute d'imprimerie.

Les glaciers de la presqu'île de Kenai, Cook Inlet, Alaska, avaient été mentionnés, mais non décrits par les auteurs. M. F. H. Curtiss m'a envoyé une courte description, dont voici le résumé :

La crête qui longe le côté sud-est de Kachemak-Bay a environ 1000 m. de hauteur; sa partie supérieure est couverte de neige. Des glaciers en descendent par des gorges profondes presque au niveau de la mer.

Les langues des glaciers sont longues d'environ 8 kilomètres et larges de un à un kilomètre et demi. Ils ont tous des moraines terminales. Il n'y en a que peu de nommés. Le Grewingk s'est retiré d'environ 200 mètres en quinze années. Le glacier le plus au nord-est, quoique nourri par les mêmes nevés, semble s'être retiré fort peu. (Une carte de cette région a été publiée par le prof. William H. Dall. Coal and Lignite of Alaska. U. S. Geological Survey, 17e année, rapport de 1896, p. 786).

La montagne Ixtaccihuatl, au Mexique, a le sommet couvert de neige. Un petit glacier qui en découle, le Porfirio Diaz, ou Ameca, avance. (Un autre glacier a reculé à la limite des neiges.) Señor Ezekiel Ordoñez, du Mexican Geological Survey, a marqué des points de repère pour en étudier les variations. M. le Dr Farrington, de Chicago a fourni une description et une reproduction excellentes de ce glacier, avec des renvois littéraires [1].

ASIE

VIII. Empire russe

(Rapport de M. le prof. J.-V. Mouchkétow, à Saint-Pétersbourg.)

En 1897, de même qu'en 1896, l'étude des phénomènes glaciaires se poursuivait dans les trois régions

[1] Pour la bibliographie, voir :

George-H. Barton. Glacial Observation in the Umanak district, Greenland. Technology Quarterly, vol. X, p. 213. Boston, 1897.

E.-C. Case. Experiment in Ice Motion. *Jour. of Geol.*, 1895, vol. III, p. 918.

T.-C. Chamberlain. Glacial Studies in Greenland. *Journ. of. Geol.* vols. II, III IV, and V.

Oliver C. Farrington. Observations on Popocatepelt and Ixtaccihuatl. Field Columbian Museum, Publication 18. Chicago, 1897.

W. D. Lyman. The Glaciers of Mt. Adams, Washington, Mazama. vol. I, p. 98. Portland, Oregon, 1896.

Ezequiel Ordonez. Notas acerca de los ventiqueros del Ixtaccihuatl ; Memorias de la Sociedad Cientifica « Antonio Alzate ». Mexico, 1894.

H.-F. Reid. Mechanics of Glaciers. I. *Journ. of. Geol.* 1896, vol. IV, p. 912.

— Variations of Glaciers. II. *Journ. of Geol.* 1897, vol. V, p. 378.

indiquées dans le compte rendu de l'année passée, à savoir : au Caucase, dans l'Altaï, et au Turkestan. C'est la Société Impériale de Géographie qui en supportait en partie les frais et ce sont les expéditions qu'elle a subventionnées, qui ont abouti à la découverte de nouveaux glaciers. Seul le prof. Sapojnikow, dont le champ d'études embrasse la région de l'Altaï, n'a reçu de la Société qu'un soutien purement moral et non matériel. Les résultats de ses intéressantes recherches ont paru dans les comptes rendus de la Société géographique.

Voici les résultats généraux obtenus pour l'année écoulée, dans le même ordre que j'ai suivi dans un rapport précédent.

I. Au *Caucase*, MM. Bouch [1] et Tchioukine ont découvert et étudié dans la partie N.-W. du Caucase une série de nouveaux glaciers, situés sur le revers S. de la chaîne principale, dans la vallée de la *Tchkalta* et entre cette dernière et les sommets de l'*Elbrouz*. Certains glaciers du versant nord de ce massif ont également été visités, ce qui donne une totalité de 50 glaciers que ces messieurs ont observés et photographiés. Une décrue générale, marquée, a été constatée dans ces torrents de glace, qui de même que dans les années précédentes, semble indiquer une période de décroissance stable.

M. N. de Poggenpohl [2], qui, en remontant la vallée du Rion a franchi la Svanétie et a visité le massif de l'Elbrouz, nous donne les renseignements suivants :

Les glaciers du *Dongouzoroun*, situés dans le haut des vallées de la Nakra et du Baksan, d'après certains indi-

[1] *Annales de la Soc. Imp. de Géographie* 1897.

[2] Communication verbale.

ces recueillis sur place, doivent être envisagés comme étant dans une phase de décrue.

Le glacier d'*Azaou* — sur le versant S.-O. de l'*Elbrouz* — met à nu, au fur et à mesure qu'il recule, de grandes moraines frontales et latérales. Ce glacier a également diminué dans les régions des névés, où certains rochers, qui perçaient à peine il y a 3-4 ans la croûte de glace, sont actuellement à découvert.

Le glacier de *Terskol* — sur le même versant de l'*Elbrouz* — présentait sur une photographie faite il y a trois ans, une volumineuse cascade descendant jusqu'au fond de la vallée de *Terskol*. Actuellement le dit torrent s'est retiré à mi-hauteur de la pente, laissant à découvert, sur une longueur de 120 m. environ, une moraine et des roches polies lui ayant servi de lit.

Le glacier de *Gara-Bachi* — situé entre les glaciers d'Azaou et de Terskol — est en décrue si forte que le torrent ayant fondu presque totalement, il n'existe plus qu'à l'état de névé.

Le glacier d'*Irik*, appartenant aussi au bassin du Baksan, est, au dire des indigènes, en diminution marquée.

II. Au *Turkestan* l'étude de ses glaciers a été poursuivie en 1897 par MM. Fedtchenko et Lipssky. M. Fedtchenko, accompagné par MM. Volorovitch et Arséniew, a étudié les glaciers de *Maïdan-Tala* et *Tchotana*, situés dans la chaîne du *Talassk-Alataou*, aux alentours de la montagne du *Malas*.

De son côté M. Lipssky a continué ses recherches et ses observations sur les glaciers des chaînes de montagnes du *Ghissar* et de *Pierre-le-Grand*. Il est à remarquer que les glaciers de la chaîne de Pierre-le-Grand étaient

encore très peu connus à l'époque où M. Lipssky avait entrepris ses recherches, et c'est à lui que nous devons la découverte d'un grand nombre de glaciers, de même que les premières notions sur leur état.

Les 26 glaciers appartenant au groupe glaciaire du *Maïdan-Tala* et du *Tcholana*, dont quelques-uns seulement avaient été visités autrefois par M. D.-L. Ivanow, viennent d'être découverts et décrits par M. Fedtchenko[1], qui arrive aux conclusions suivantes quant à l'ensemble des phénomènes qui s'y observent :

a) Les fronts des glaciers sont, à peu d'exceptions près, cachés sous les masses de moraines fort volumineuses, qui semblent indiquer la fonte rapide des glaciers dans leurs parties terminales.

b) Les glaciers, en général, ont un développement moyen, plus particulièrement accentué dans la partie inférieure, de glace pure, tandis que les cirques glaciaires, où s'accumulent d'ordinaire les névés, font presque entièrement défaut. Les moraines ont peu d'étendue et ne paraissent pas avoir de rapport avec les dimensions actuelles des glaciers.

c) L'absence d'une grotte de glace dans les fronts des glaciers, empêche d'établir avec précision les limites de leurs parties terminales, ce qui, d'autre part, complique la pose des points de repère.

d) Les glaciers se terminent très haut; la limite la plus basse — 9730 p. — a été observée au 7me glacier du groupe du *Tcholona*. Tous les autres ne descendent qu'à 10500 p.; l'un d'eux s'arrête même à 12200 p.

[1] *Annales de la Soc. Imp. de Géographie* pour l'année 1898 : « Voyage dans la partie W. du Tian-Chan pour l'étude des phénomènes glaciaires du Talassky-Alatau ».

e) La déduction générale que l'on est en droit de tirer des phénomènes précités, s'impose d'elle-même : considérant le peu d'étendue des glaciers, le caractère des moraines terminales dans lesquelles se creusent les fronts des glaciers, de même que les vestiges de politure des roches à des hauteurs considérables au-dessus des niveaux actuels des torrents de glace, tout nous porte à conclure que le groupe des glaciers précités est non seulement dans la phase d'une décrue très forte, mais qu'il tend même à disparaître entièrement.

La chaîne de *Pierre-le-Grand* est toute couverte de glaciers dans sa partie O., qui est la plus haute (versant nord). Les glaciers apparaissent près du col de *Luli-Harvi.* A l'W. de ce col, au-dessus du village *Sofidaou,* se trouve le glacier du même nom ; viennent ensuite : le glacier de *Kaoudal* orienté au N.-O., entourant la base du pic de *Kaoudal,* et le glacier de *Luli-Harvi,* à l'O. du col précité, formant un gros torrent, qui se termine par une cascade. Ces trois glaciers ont été photographiés mais pas étudiés de près.

Nous trouvons ensuite à l'O. du col *Gardan-i-Kaftar* toute une région glaciaire d'une étendue considérable. Ici le fond de chaque gorge de montagne est occupé par un torrent de glace, orienté au N. ou bien à l'W. Les glaciers sont parfois très grands et ont des particularités typiques qui les font différer des autres glaciers de l'Asie Centrale[1]. A l'O. de ce col, aux sources de deux rivières, portant le même nom de *Gardan-i-Kaftar,* se trouvent deux glaciers, auxquels on pourrait attribuer le nom du

[1] Détails, voir : « La chaîne de Pierre-le-Grand et ses glaciers » par M. Lipssky. *Annales de la Soc. Imp. de Géographie, 1898.*

col précité. Plus loin, à l'O. nous rencontrons le glacier de *Zéri Zamine*, situé dans le haut de la vallée du même nom. Aux sources de la rivière *Bozirak*, (affluent du *Koulik*), s'étale tout un groupe glaciaire, formant un bassin de 10 glaciers, qui se fondent en un torrent, qui porte le nom de glacier de *Pierre-le-Grand*. Cet énorme masse de glace descend jusqu'à 11,000 p. au-dessus du niveau de la mer, et possède dans sa partie terminale une grotte de dimensions considérables. En continuant toujours à l'O. nous trouvons ensuite le glacier de *Borolmaz*, qu'alimente un torrent latéral, celui du glacier de *Moustag*. Dans la même direction plus loin nous voyons aux sources des rivières *Kizil-Sou* les glaciers *Tovarbek* et *Borak ;* ensuite l'énorme glacier d'*Otanine* situé aux sources de la rivière *Divan-Sou* (affluent du *Mouk*) ; puis celui de *Chagazy*. dans le haut de la rivière du même nom.

M. Lipssky a appris par les indigènes que de grandes masses glaciaires encombrent les hautes vallées des rivières *Kachlyk*, *Irget*, *Sougran*, *Tartamouk* et *Souksaïnine*. Enfin, le glacier d'*Outchak* occupe le versant N. des grands névés, situé entre les rivières de *Sourkhab* et *Mouk*, en dehors du prolongement de la chaîne principale.

Une particularité caractéristique pour certains glaciers de cette région, comme par exemple, pour ceux de *Borolmaz* et *Ochanine*, sont les énormes moraines anciennes de ces glaciers, qui ont un développement peu ordinaire. Toute la vallée de *Karatoura* est presque totalement occupée par les masses de ces moraines, dont les glaciers ont actuellement disparu. Tout porte à croire que tous les glaciers, tant soit peu explorés, de la chaîne de Pierre-le-Grand sont dans une phase très marquée de constante décrue.

III. Le prof. Sapojnikow[1] a découvert pendant les deux dernières années cinq centres glaciaires dans l'Altaï :

1. Dans le groupe de la montagne *Béloukha*, il a réussi à explorer six grands glaciers, dont chacun est composé de plusieurs torrents, et qui embrassent une étendue de terrain de plus de 50 kil. carrés, à savoir : les glaciers de *Berel*, *Katoun*, *Ak-kem*, *Jadigem*, *Kourkouré* et le *glacier Noir*.

De plus, dans le voisinage immédiat de ces glaciers, se trouvent d'autres torrents, non encore explorés : les deux glaciers *Katchal*, trois glaciers dans le haut de la vallée *Kotchourly* et un près du sommet de la montagne *Tékélu*.

2. Le deuxième centre glaciaire embrasse la grande région des névés du *Tchouï*, où le savant explorateur a pu constater la présence de 8 glaciers fort volumineux, dont celui d'*Iik-Tou*, par exemple, recevant quelques affluents latéraux, mesure près de 20 kil. carrés.

3. Le troisième centre glaciaire occupe les montagnes de *Bich-Jardou*, où l'on a pu jusqu'ici observer trois glaciers, mais tout porte à croire que cette région possède encore un grand nombre de glaciers, pas même entrevus, et qu'il s'agit de découvrir.

4. Le 4[me] embrasse la région montagneuse du *Tabyin-Bogdola*, dans le haut de la rivière *Koumoussita*, où M. Sapojnikow a exploré sept glaciers.

5. Le 5[me] est adjacent au précédent et se trouve aux sources des rivières *Oukeka*, *Salassa* et *Boukhtarma*, et a dejà été décrit dans le compte rendu de l'année passée par MM. Tronow et Ignatow.

[1] Sapojnikoff. *Annales de la Soc. imp. de Géographie.* Édition IV, 1897.

De cette façon, le prof. Sapojnikoff a étudié et exploré dans les cinq centres glaciaires de l'Altaï plus de *trente* glaciers, dont plusieurs ont des dimensions si considérables qu'ils ne le cèdent pas en longueur et en étendue de leurs névés aux plus grands glaciers de la chaîne de l'Altaï et du Caucase. Tous ces glaciers diminuent d'une manière évidente; mais comme ils viennent seulement d'être découverts, il n'est guère possible d'établir une moyenne, même approximative, de leur décrue annuelle.

Nous n'avons pas reçu en temps voulu les rapports sur les glaciers de la France, de l'Inde, du Canada et de la Nouvelle-Zélande. Ce sera, nous l'espérons, pour l'année prochaine.

RECHERCHES

SUR LE

VERSANT SUD-EST

DU

MASSIF DU MONT-BLANC

PAR

Francis PEARCE

Assistant au laboratoire de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Genève.

INTRODUCTION

Le massif du Mont-Blanc, situé entre 4°85′ et 5°35′ de longitude à l'est du méridien de Paris et compris entre 51°20′ et 51°80′ de latitude nord, affecte la forme d'une ellipse, dont le grand axe est sensiblement orienté dans dans la direction N-E. S-O.

La chaîne du Mont-Blanc est limitée, à l'ouest, par le col du Bonhomme et la vallée de Montjoie, au nord, par celle de Chamonix, à l'est par le col de la Forclaz et la vallée de la Dranse, tandis que le Val Ferret suisse et italien et le Val Veni le bornent du côté sud.

Le point culminant s'élève à 4810 mètres d'altitude et se trouve placé non au centre du massif, mais dans son extrémité occidentale. Le plus souvent les sommets dépassent 3000 mètres d'élévation et même, un grand

nombre de ceux-ci, atteignent plus de 4000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Quoique les formes prises par les différentes sommités du massif soient assez variables, on peut cependant les ranger dans deux types principaux. Quelquefois, comme c'est surtout le cas dans la partie occidentale de la chaîne, ce sont de larges dômes recouverts d'une épaisse calotte de neige, d'où descendent les névés, qui viennent alimenter les glaciers s'amorçant, dans les cirques formés par quelques sommités. D'autres fois, et ce fait se remarque surtout dans l'extrémité orientale du massif, les sommités se présentent comme de gigantesques aiguilles, à parois abruptes, entrecoupées par-ci par-là, par quelques pentes de neige ayant fréquemment de très fortes inclinaisons, ou bien encore par quelques petits glaciers suspendus. Des sommets principaux, partent de grandes arêtes, très accidentées et bizarrement découpées par l'érosion, dans le détail desquelles, on remarque encore cette disposition générale en aiguille, qui est sans doute due, d'une part, à la structure en éventail et, de l'autre, à l'érosion.

En effet, ces arêtes sont fréquemment interrompues par d'énormes monolithes (connus des alpinistes sous le nom de gendarmes, clochers ou chandelles), semblables à de gigantesques colonnes de granit et qui donnent, aux arêtes de cette partie du massif, un contour si capricieux et si accidenté.

Cette structure en aiguilles s'observe surtout dans la partie supérieure du glacier d'Argentières, où les grandes arêtes, qui relient entre elles l'Aiguille d'Argentières, le Tour-Noir, le Mont Dolent, l'Aiguille de Triolet et l'Aiguille Verte, ressemblent à une série de clochers d'une hardiesse incomparable se succédant les uns aux autres.

Si le versant nord est dominé par ces grandes aiguilles dont nous avons parlé, celles-ci se trouvent à une assez grande distance du fond de la vallée, par le fait d'un large plateau qui en longe la base et diminue ainsi l'inclinaison moyenne de la pente. Le Val Ferret suisse et italien est, au contraire, dominé par d'immenses parois dénudées qui partent du haut des sommets, bordant le massif de ce côté, plongent jusqu'au bas de la vallée et forment une chaîne continue d'un aspect foncièrement différent.

Cette barrière élevée est coupée, en quelques points, par des vallons occupés par des glaciers, qui sont généralement de plus faible étendue que ceux du versant nord et dont quelques-uns seulement descendent jusqu'au niveau de la vallée.

La chaîne du Mont-Blanc forme un massif amigdaloïde, où le granit affleure en boutonnière au milieu de roches cristallines; celles-ci, dans la partie sud-ouest du massif, s'enfoncent brusquement sous les couches sédimentaires, avec lesquelles elles sont d'ailleurs plusieurs fois repliées, ainsi que l'a récemment démontré M. E. Ritter [1].

Le synclinal mézozoïque de Chamonix sépare le Mont-Blanc des Aiguilles Rouges et du Prarion, leur prolongement naturel vers le sud; le synclinal de Courmayeur, joue le même rôle vis-à-vis du Mont-Chétif et de la Montagne de la Saxe, tandis que la zone sédimentaire du Val Ferret délimite le commencement de la zone du Briançonnais [2].

[1] E. Ritter. La bordure du massif du Mont-Blanc. *Bulletin des services de la carte géol. de France*, nº 60, tome IX, 1897-1898.

[2] L. Duparc et L. Mrazec. Nouvelles recherches sur le massif du Mont-Blanc. *Archives des Sc. phys. et nat.*, Genève, oct. 1895.

L. Duparc et F. Pearce. *C. R. Ac. des sc.*, octobre 1896.

Sur le versant nord, le granit entre immédiatement en contact avec des roches cristallines, micaschistes ou amphibolites, dans lesquelles il pénètre intrusivement en y développant divers phénomènes de métamorphisme ainsi que l'ont fait voir MM. Duparc et Mrazec.

Sur le versant sud-est, par contre, dans la partie qui domine le Val Ferret suisse, les micaschistes plus ou moins injectés que l'on trouve sur le flanc nord-est, sont remplacés par un complexe de roches variées, parmi lesquelles on peut remarquer surtout des schistes cristallins et des roches porphyriques acides. Sur ces dernières viennent enfin s'appuyer les terrains sédimentaires formant le synclinal du Val Ferret.

A l'instigation de M. L. Duparc, professeur de minéralogie et de géologie à l'Université de Genève, nous avons entrepris une étude détaillée de ces roches porphyriques, en y joignant encore celle de la protogine et des terrains sédimentaires du versant sud-est du massif du Mont-Blanc.

J'ajouterai que M. le professeur Duparc et moi nous avons publié antérieurement trois notes sur le Val Ferret; nous leurs donnerons plus d'extension dans le présent travail.

PREMIÈRE PARTIE

LA PROTOGINE DU VERSANT SUD-EST

§ 1. *La protogine du versant sud-est, sa disposition et ses relations avec les variétés schisteuses.*

La protogine, qui constitue la plus grande partie de la chaîne du Mont-Blanc, est une roche granitique, à faciès

très variable. Ce massif est flanqué, du nord-est au sud-ouest, par des schistes cristallins, que le granit injecte et dans lesquels il développe des phénomènes de métamorphisme, déjà décrits par MM. Duparc et Mrazec.

Du côté du sud-ouest, la protogine s'enfonce sous les schistes cristallins qui forment cette extrémité du massif et perce ceux-ci en boutonnières en des points ou l'érosion a suffisamment entamé la couverture schisteuse. C'est ce que l'on peut observer, par exemple, sur le flanc nord-ouest de l'arête du Brouillard, et sur laquelle nous aurons à revenir dans le cours de ce travail.

Sur le versant sud, depuis le glacier de la Brenva, jusqu'à Praz-Sec, la protogine entre en contact mécanique avec le Lias du synclinal de Courmayeur, tandis que dans le Val Ferret suisse, un complexe de porphyres quartzifères et de schistes cristallins, vient s'appuyer sur celle-ci.

Les caractères de ce granit ne sont point uniformes sur toute l'étendue du massif ; MM. Duparc et Mrazec en ont déjà décrit de nombreux types, qu'ils ont rangé dans deux variétés principales, l'une dite granitoïde, et l'autre qu'ils ont nommée pegmatoïde ou type de rebrassement, plus ou moins riche en quartz granulitique, et qui se rencontre dans le voisinage du contact du granit avec les schistes cristallins.

Dans ce travail, nous rattacherons les formations granitiques à deux types extrêmes :

1° *Le type granitoïde*, cette variété de protogine, a tous les caractères d'un vrai granit et ne se distingue en rien de ce dernier.

2° *Le type schisteux ou gneissique*, il se présente sous forme de roches vertes, à schistosité bien marquée, dont

les éléments constituants sont le mica, la chlorite, le quartz et les feldspaths, le plus souvent orthoclases ; ces derniers sont très allongés, et tous orientés suivant la schistosité de la roche.

On observe également, dans ce type, une grande abondance de quartz granulitique.

Entre ces deux types extrêmes, il existe un grand nombre de formes de passage, et l'on ne saurait, sur la carte, en trancher la limite exacte; je ne mentionnerai ici qu'une de ces variétés, que les auteurs précités ont appelée « protogine pegmatoïde[1] », et qui est caractérisée par le développement excessif des cristaux d'orthose, qui y atteignent plusieurs centimètres de longueur et sont en outre disposés sans ordre aucun les uns par rapport aux autres.

Un coup d'œil jeté sur la carte du massif du Mont-Blanc nous montre, dans la partie orientale de celui-ci, l'existence de deux grandes arêtes qui, partant du point culminant de la chaîne, la délimitent au nord et au sud. Ces arêtes dessinent deux lignes de faîte, sur lesquelles se trouvent les principaux sommets; celle du versant nord est essentiellement formée d'une protogine pegmatoïde, quelquefois granitoïde, tandis qu'une protogine granitoïde, présentant tous les caractères d'un vrai granit, constitue la majeure partie de l'arête du versant sud.

Une région de dépression est comprise entre ces deux lignes de faîte; elle est surtout occupée par de vastes glaciers, mais on observe que des schistes cristallins forment quelques points qui en émergent. Ces schistes se rencontrent, en particulier, à la Noire (3427 m.), à

[1] La protogine du Mont-Blanc. Thèse. Genève., p. 77.

l'aiguille de Tacul (3428 m.), à l'aiguille du Moine (3413 m.), etc. Cette zone schisteuse se poursuit dans la barrière élevée des Droites et des Courtes, et il paraît fort probable que c'est à cette même zone que l'on doit les variétés de protogine très schisteuse que l'on rencontre au Col du Chardonnet (3326 m.) et à la Fenêtre de Saleinaz (3264 m.), pincées en quelque sorte, entre deux massifs plus compacts de protogine pegmatoïde.

Je rappelerai, ici, que M. le prof. Duparc a, récemment, émis l'idée d'un synclinal schisteux ancien [1], qui expliquerait la présence de ces roches dans l'intérieur du massif et dans une région de dépression. Les deux arêtes latérales dessineraient alors deux axes d'anticlinaux, dont la couverture schisteuse, décapée par l'érosion, a mis à nu le culot éruptif, plus ou moins métamorphosé, qui l'aurait injectée.

La protogine pegmatoïde se rencontre fréquemment dans l'extrémité nord-est du massif, où elle passe soit latéralement, soit verticalement à la protogine schisteuse ou granitoïde, ainsi que cela ressort des coupes que nous décrirons plus loin.

Si, sur le versant nord du massif, ainsi que dans la partie nord-est, on trouve une protogine tantôt pegmatoïde ou gneissique, et rarement granitique, il n'en est plus de même sur le flanc méridional de la chaîne. Les caractères du granit, depuis le Mont-Catogne jusqu'aux Monts Rouges et aux Grandes Jorasses, sont absolument uniformes. Tous les sommets et arêtes de cette partie du massif sont formés d'une roche, d'un grain plus fin que

[1] L. Duparc et J. Vallot. Sur un synclinal schisteux ancien, formant le cœur du massif du Mont-Blanc. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 9 mars 1896.

sur l'autre versant et présentent une structure microscopique et une composition chimique remarquablement constantes. Les bancs schisteux que l'on trouve sur le versant nord, intercalés dans la protogine pegmatoïde, et les enclaves fragmentaires font ici complètement défaut. Par contre, les bancs compacts de protogine sont criblés d'une multitude de filons d'aplites se poursuivant sur toute l'étendue du versant méridional de la chaîne. Ces granulites filoniennes sont des roches blanches, saccharoïdes, très cristallines et présentent, à tous les points où on les observe, les mêmes caractères.

Dans un profil mené du Val Ferret, perpendiculairement à l'axe du massif, on coupe souvent un grand nombre de ces filons, ainsi, par exemple, dans l'arête Orny-Breyaz, qui est environ de 4500 mètres de longueur, nous avons pu en compter jusqu'à treize.

Les mêmes filons se voient encore dans l'arête des Chevrettes, dans les massifs de Planereuse, Treutz-Bouc, les Six Niers, à la Maya, aux Grépillons et Mont-Dolent; dans ces dernières localités, les aplites sont extrêmement développées, et MM. Duparc et Mrazec y ont observé l'englobement de blocs de protogine.

Plus loin, on peut suivre ces filons; aux Monts Rouges, on en retrouve encore dans les massifs bordant le Val Ferret italien, à l'arête du Col du Géant, aux Monts du Brouillard, où ils viennent injecter des schistes cristallins.

Ces filons dessinent donc un système de cassures longeant tout le versant méridional de la chaîne du Mont-Blanc.

Le contact de la granulite avec la protogine est toujours franc; il n'y a en aucune façon passage de l'une de ces roches à l'autre; elles se distinguent facilement :

la granulite est toujours de couleur blanche et d'une texture beaucoup plus fine que le granit.

Maintenant, examinons quelles sont les relations du granit du versant sud avec les autres parties du massif.

Nous avons déjà dit que, dans le Val Ferret suisse, un complexe de schistes cristallins et de porphyres quartzifères s'appuie sur la protogine, le contact est toujours franc et très net. La structure de la protogine, au point du contact, c'est-à-dire dans la partie extérieure du massif, est toujours franchement grenue, et la roche a tous les caractères du granit. Il n'en est plus de même si l'on pénètre dans les parties centrales de la chaîne : on voit alors le granit prendre un grain plus grossier; puis les feldspaths acquièrent un développement plus considérable que les autres éléments, accusant le passage aux variétés pegmatoïdes et schisteuses sur lesquelles on arrive bientôt.

Cette modification dans la structure, accompagnée en même temps d'une variation dans la composition chimique, peut s'observer d'une façon remarquable dans les coupes que nous décrirons ci-dessous, comme par exemple de la Breya à la pointe d'Orny, ou du Chatelet à la Grande Fourche. Cette disposition est celle qui peut être observée, dans tout le Val Ferret suisse, et une partie du Val Ferret italien.

Dans l'arête qui descend du col du Géant au pavillon du Mont-Fréty, des bancs de protogine gneissique et de schistes cristallins, sont intercalés dans le granit[1].

[1] L. Mrazec. La protogine du Mont-Blanc. *Thèse Genève.*
Sur une remarque de M. le prof. Graeff, dans sa note « Geologische und petrographische Studien in der Mont-Blanc-Gruppe », (p. 18). Nous avons refait à nouveau la coupe du col du Géant et vérifié la parfaite exactitude des observations de M. Mrazec

Puis à partir des Aiguilles de Pétéret, le granit est recouvert par des micaschistes et il ne peut être observé que dans quelques profondes coupures, faites par l'érosion, dans la couverture cristalline, comme par exemple à l'Arête du Brouillard. En cet endroit le granit paraît appartenir aux types granitoïde, pegmatoïde et gneissique, mais, vu les difficultés d'accès, nous n'avons malheureusement, pu vérifier le fait sur place. Dans les moraines qui prennent naissance à la jonction du glacier du Mont-Blanc et du glacier de Miage, et qui charrient les matériaux descendus de l'Arête du Brouillard, on a pu recueillir toutes les variétés de protogine dont on a parlé ci-dessus. Afin de montrer quelle est la constitution de la partie sud-est du massif, et quelles sont les relations qui existent entre les différentes variétés de protogine, nous allons examiner une série de coupes faites par les principales arêtes de la chaîne.

I. *Coupe de la vallée de la Dranse* (601 m.), *à la pointe d'Orny* (3189 m.).

Cette coupe très intéressante, passe par les gorges du Durnant, puis dans le vallon supérieur du Durnant, à la Granda Becca (2792 m.), de là elle se rend au Zennepi, (2886 m.). pour arriver par le col des Ecandies, (2799 mètres), à la pointe d'Orny (3189 m.)

Si l'on remonte les gorges du Durnant, par la galerie établie dans leur intérieur, on traverse d'abord un complexe de schistes cristallins qui se chargent bientôt de quartz et d'éléments feldspatiques, dus au voisinage de la protogine, qui émet en cet endroit de puissantes apophyses. Ces roches font bientôt place à des schistes plus

fortement injectés, se rapprochant beaucoup des variétés de protogine schisteuse que l'on rencontre dans d'autres parties du massif du Mont-Blanc.

Malheureusement, la disposition des lieux ne permet pas de suivre d'une façon complète la transformation graduelle des schistes par le granit, car la galerie permettant de visiter la gorge, s'élève rapidement, à mesure que l'on pénètre plus profondément dans l'intérieur. Cependant, en certains points du lit, il semble que la roche sur laquelle coule le torrent présente les faciès schisteux et pegmatoïde.

En continuant l'ascension dans les gorges, on quitte les variétés injectées, pour arriver de nouveau sur des micaschistes, dans la partie la plus élevée de la coupure, dont on sort enfin.

Sur la rive gauche du vallon supérieur du Durnant, une protogine très schisteuse, dont les bancs sont à peu près verticaux, fait place aux schistes cristallins. Il en est encore de même le long du sentier du Six des Orcques, la protogine y présente à peu près partout le même aspect, c'est une roche verdâtre, riche en éléments micacés, entre les feuillets desquels, se développent des cristaux d'orthose orientés parallèlement. En un certain point, le sentier coupe un filon d'aplite, qui s'est modifiée en granulitisant les schistes.

Du Six des Orcques, on arrive bientôt sur les pâturages de Bovine, où percent par places des micaschistes.

Si de la Guraz, on remonte, en suivant la base des rochers, dans le cirque formé par la Granda Becca et les clochers d'Arpette, l'on peut observer, que la protogine, passe à un faciès de plus en plus granitoïde. La transformation se fait en passant par la variété pegmatoïde,

dans laquelle, les grands cristaux d'orthose, ne sont plus alignés parallèlement, mais disposés sans ordre aucun les uns par rapport aux autres. La structure de cette roche est identique à celle du massif de Trient, mais en général la dimension des éléments est plus réduite. A la base de la Granda Becca et du Zennepi, la roche est très voisine du type granitoïde, tandis qu'au sommet du Zennepi, elle présente le faciès franchement gneissique.

La protogine prend à la pointe des Ecandies et à la pointe d'Orny le faciès pegmatoïde, caractéristique dans cette région, la roche est de couleur claire, riche en grands cristaux feldspathiques de grandes dimensions, et orientés en tous sens, pauvre en quartz et mica. En de nombreux points, les parois sont criblées d'enclaves fragmentaires arrachées au manteau cristallin, de fort belles, déjà décrites par M. Mrazec[1], peuvent s'observer dans le couloir des Chamois et à la pointe d'Orny.

2°. *Coupe de Champex à Orny.*

Cette coupe part de Champex, passe par le sommet de la Breya (2378 m.), le Croz Manier (2642 m.), pour aboutir à la pointe d'Orny.

La course peut se faire en montant à la Breya directement au-dessus du lac Champex, on observe d'abord des porphyres, sur lesquels nous reviendrons, puis un peu au-dessous du sommet de la Breya commence la protogine, celle-ci y est de couleur claire, finement grenue, le quartz s'y dispose en plage avec un développement presque égal à celui des feldspaths.

[1] L. Mrazec. *Loc. cit.*

Du sommet de la Breya, on peut gagner l'arête, qui va au col de ce nom, la protogine s'y présente sous un faciès uniforme, elle y est criblée de filons de granulite. Du col de la Breya on arrive à la partie supérieure de la combe d'Orny, en passant sous les rochers du Croz Manier, le granit s'y présente toujours sous le même aspect. Cependant en arrivant près de la cabane d'Orny, on peut voir que le grain devient plus grossier, l'élément feldspathique prédomine déjà, et augmente de dimensions, phénomène qui s'accentue davantage dans le voisinage de la pointe d'Orny, où la protogine devient pegmatoïde, en même temps qu'elle se charge d'enclaves.

3°. *Coupe du Châtelet* (2533 m.), *à la Grande Fourche* (3610 m.).

Cette coupe, part du Châtelet, (2533 m.), dont le sommet est formé par des porphyres quartzifères, passe par l'arête de Chevrettes, (2630 m.), le Portalet, (3345 m.), les Aiguilles Dorées, (3520 m.), la Fenêtre de Saleinaz (3250 m.), pour se terminer à la Grande Fourche, (3610 m.).

La protogine commence un peu au-dessous du sommet du Châtelet, de là on peut se rendre à l'arête des Chevrettes, celle-ci est formée d'un granit en tous points semblable à celui de la Breya, les bancs lités sont entrecoupés de nombreux filons d'Aplite.

Au Portalet, on trouve un beau granit amphibolique, à grain plus grossier que celui de la pointe de Chevrettes, le feldspath y est légèrement rosé, le quartz en grandes plages est très abondant et fait ciment entre les autres éléments.

Dans la chaîne des Aiguilles Dorées, la protogine passe au type pegmatoïde, à grands cristaux d'orthose, et elle devient elle-même gneissique à la Fenêtre de Saleinaz. La roche est verdâtre, schisteuse, formée de feuillets micacés et chloriteux, entre lesquels se développent des cristaux de feldspath alignés parallèlement. Le quartz y est granulitique. Dans les parois à droite et à gauche du col, la protogine est pegmatoïde, les cristaux d'orthose y prennent un développement excessif et atteignent souvent 7 à 8 centimètres de longueur. Ce faciès du granit s'observe très bien si en faisant l'ascension de cette sommité, on vient escalader les rochers du flanc S.-E. La protogine présente, un caractère plus granitoïde, dans les rochers de la base sud-ouest de la Grande-Fourche.

4° *Coupe du massif de Planereuse au Chardonnet.*

Cette coupe part du massif de Planereuse et Treutz-Bouc, passe par le Darreï, (3515 m.), le Tour-Noir, (3836 m.), l'Aiguille d'Argentières, (3907 m.), pour aboutir au Chardonnet (3823 m.).

Dans le massif de Planereuse, ainsi qu'au Darreï et au Tour Noir, la protogine appartient à la variété typique pour le versant sud. A la pointe de Planereuse, à Treutz-Bouc et aux Six Niers, la protogine est absolument semblable à celle de la pointe des Chevrettes et de la Breya : des filons de granulites s'observent en montant à la cabane de Saleinaz, aux clochers de Planereuse, et aux Six Niers, du côté du glacier de la Neuvaz.

Au Darreï et au Tour-Noir, le granit présente toujours le même faciès, mais la structure devient cependant déjà plus grossière, et la protogine est pegmatoïde à l'Aiguille d'Argentières et au Chardonnet.

Au col du Chardonnet, on peut observer, en gravis-



sant l'arête qui conduit à l'Aiguille d'Argentière, un banc remarquable de protogine schisteuse, intercalé entre deux massifs compacts de protogine pegmatoïde, l'un formant l'Aiguille d'Argentières et l'autre le Chardonnet. Dans les environs de ce banc gneissique, les rochers sont criblés d'enclaves, la schistosité des couches est très nette, suivant la direction N-E. S-O., et le plongement est N-O.

Une autre coupe passant par les Monts Rouges et l'Arête des Droites et des Courtes, indique encore une disposition analogue. Au Monts Rouges et à l'Aiguille de Triolet, la protogine est granitoïde, tandis que des intercalations de protogine gneissique et même de schistes cristallins francs, paraissent exister aux Droites et aux Courtes, d'après des échantillons recueillis sur les moraines du glacier de Talèfre.

§. 2. *Caractères pétrographiques de la protogine.*

Les minéraux renfermés dans la protogine du Mont-Blanc sont assez nombreux, et se rencontrent à peu près tous, en plus ou moins grande abondance cependant, dans les différents types établis ci-dessus ; ils se répartissent dans les trois classes suivantes :

1° Les minéraux constitutifs principaux.
2° » » accessoires.
3° » secondaires.

Je ne reviendrai pas ici sur les caractères des divers minéraux, qui ont été déjà suffisamment décrits dans les travaux antérieurs.

1° *Les minéraux constitutifs principaux* sont : Le mica noir, l'amphibole, qui n'a été rencontrée que dans la

protogine du Portalet, les plagioclases, l'orthose, le microcline, l'anorthose et le quartz.

Les plagioclases, sont peu nombreux et appartiennent toujours à des variétés acides, allant de l'albite à l'oligoclase basique seulement, d'autre part, l'albite semble y être extrêmement répandue.

2° *Les minéraux constitutifs accessoires* sont peu nombreux, quelques-uns d'entre eux se rencontrent en inclusions dans le mica, d'autres sont libres dans la roche; on a ainsi les minéraux suivants : la magnétite, le zircon, l'allanite, l'apatite et le béryl[1].

3° *Les minéraux secondaires* sont représentés par l'épidote, la chlorite, le leucoxène, la séricite et la calcite.

Nous avons déjà vu l'existence de deux variétés de protogine, fort différentes l'une de l'autre, puis comment ces deux types extrêmes sont liés entre eux et peuvent passer de l'un à l'autre sur un même profil transversal ou vertical, et quelle est leur parenté avec un troisième type intermédiaire, la protogine pegmatoïde.

I. *Le type granitoïde* est très répandu, il est distribué d'une façon remarquablement uniforme sur la bordure sud du massif, il se rencontre aussi, mais cependant plus rarement sur le versant nord du Mont-Blanc. Cette roche offre tous les caractères d'un vrai granit, elle se présente en bancs massifs, elle est très compacte, à feldspaths blancs ou verdâtres associés à des plages quartzeuses violacées, toujours bien développées et égalant généralement les feldspaths en dimensions.

Le mica noir y est distribué en petites lamelles, vert foncé, ou en nids disséminés uniformément dans toute la roche.

[1] L. Mrazec, *loc. cit.*

Le grain de ce granit, est sensiblement uniforme, généralement finement grenu, sur le versant sud, comme au Châtelet ou à la Breya, mais peut devenir aussi plus grossier, comme par exemple, à la grande pointe de Planereuse, au Portalet, au Tour-Noir, etc.

Au microscope, la structure répond en tous points à celle d'un granit, tous les éléments sont largement et également développés, le quartz est abondant, renferme des inclusions liquides, il est toujours granitique, disposé en plages faisant ciment entre les autres éléments de la roche, et ce n'est que très rarement et en faibles quantités seulement, qu'il offre la structure granulitique.

La biotite s'y trouve en petites lamelles, déchiquetées, polychroïques, dans les tons bruns ou verts, elle renferme en inclusions le zircon et l'apatite. Quelquefois on trouve dans la roche, des petits amas, formés de paillettes de mica, diversement orientées et entremêlées avec des grains d'épidote ou de leucoxène.

Les feldspaths toujours acides sont : de l'orthose, du microcline, de l'anorthose, de l'albite et des variétés d'oligoclase, allant de l'oligoclase-albite à l'oligoclase normal.

L'orthose, est toujours abondant, et prédomine en général sur les plagioclases, quoique cependant, ces derniers puissent s'y trouver en quantités égales.

Le microcline existe presque toujours, mais il est généralement peu abondant et prédomine sur l'anorthose, qui fait généralement défaut.

Les plagioclases sont souvent séricitisés, mais on peut cependant y observer l'extrême diffusion de l'albite et de l'oligoclase-albite, qui se rencontrent dans presque tous les échantillons, ils sont le plus souvent moulés par l'orthose.

II. *Le type schisteux.* Cette variété est fréquente dans le massif du Mont-Blanc, mais elle y est disposée d'une façon différente que le type granitique; ce dernier forme des massifs puissants et compacts, tandis que la protogine schisteuse est disposée en bancs parallèles, tantôt inclus dans la protogine pegmatoïde, dans le centre du massif, ou bien au contraire flanquée à l'extérieur de celui-ci, dont il en forme les salbandes.

La roche est verte et grossièrement schisteuse, la biotite, souvent transformée en chlorite et entremêlée de séricite devient très abondante, elle se dispose en traînées parallèles, entre lesquelles se développent des éléments feldspathiques, atteignant parfois de grandes dimensions et tous alignés suivant la schistosité de la roche.

Les grands cristaux feldspathiques sont toujours de l'orthose, qui moule les plagioclases, ceux-ci fréquemment inclus dans l'orthose répondent à des types acides, albite, oligoclase normal.

Presque toujours l'orthose est accompagné de microcline.

Le sphène est fréquent, et on constate généralement la présence de l'allanite.

Le mica est de la biotite, elle forme dans la coupe des trainées parallèles.

Le quartz est généralement grenu, rarement disposé en plages, il forme une sorte de pâte entremêlée de mica et de séricite, il accuse des actions dynamiques très intenses, quelquefois mises en évidence par des extinctions onduleuses, d'autres fois des plages de quartz sont complètement broyées, mais les fragments anguleux qui en proviennent sont absolument distincts du quartz granulitique. Dans une même coupe on voit souvent l'exis-



tence du quartz sous ces deux formes, et il est parfois difficile de séparer le quartz granulitique, du quartz d'écrasement.

On rencontre aussi quelquefois des associations de mica et de quartz en très petits grains, entremêlés de séricite et d'épidote, qui simulent des fragments de schistes cristallins.

Quant au *type pegmatoïde*, il se présente toujours en bancs compacts, la roche est de couleur plus claire que celle appartenant aux variétés schisteuses.

L'orthose y prend des dimensions beaucoup plus grandes que dans les autres variétés, et les cristaux fortement allongés, sont disposés sans ordre aucun les uns par rapport aux autres ; le microcline et des plagioclases acides l'accompagnent et sont moulés par lui. Le quartz est ici fréquemment granitique, et il se rencontre sous la forme granulitique beaucoup plus rarement que dans le type schisteux. Le mica devient également moins abondant, le sphène, l'allanite, l'épidote, la séricite l'accompagnent.

C'est dans les variétés de protogine pegmatoïde et schisteuse que se trouvent toujours les enclaves fragmentaires.

§ 3. *Monographie des échantillons étudiés.*

Pour la commodité de l'exposition, nous grouperons dans une même classe les variétés appartenant au type granitoïde, dans un second groupe nous décrirons les protogines schisteuses, et les variétés à grands cristaux.

I. Type granitique.

N° 172[1]. *Arête de la Breya.*

Protogine à grain fin, peu micacée et d'un type quasi-aplitique.

SLM[2]. Quelques lamelles d'albite à caractères habituels. Quelques plages d'albite et d'oligoclase-albite. Beaucoup d'orthose, puis du microcline, et peu d'anorthose. Quartz en plages granitiques. Séricite, hématite et épidote.

N° 155. *Arête de la Combe d'Orny.*

Roche granitique à grain moyen, micacée.

SLM. Mica noir abondant avec sagénite et leucoxène, puis aussi de l'allanite entourée d'épidote. Apatite. Plagioclases rares formées par de l'albite. Beaucoup d'orthose et anorthose, peu de microcline. Quartz granitique. Cette roche a subi des actions dynamiques intenses, les feldspaths et le quartz sont broyés par places. Beaucoup de produits secondaires. Séricite et chlorite.

N° 658. *Arête du Châtelet.*

Belle protogine grenue analogue à celle de la Breya.

SLM. Quelques lamelles de biotite brune plutôt altérée. Un peu de mica blanc. Plagioclases abondants; représentés par de l'albite et de l'oligoclase albite. Orthose avec beaux filonets, puis un peu de microcline et d'anorthose. Quartz en belles plages brisées par les actions dynamiques. La roche est très fraiche, mais renferme cependant un peu de séricite et d'épidote.

[1] Nous donnerons toujours le numéro de l'échantillon, ainsi que les caractères macroscopiques.

[2] SLM. par abréviation de « sous le microscope ».



N° 612. *Portalet.*

Beau type granitique à grain moyen, à quartz légèrement violacé.

SLM. Mica noir verdi, par actions secondaires, riche en inclusions.

Allanite, puis Hornblende verte en débris et faiblement polychroïque. Peu d'albite et d'oligoclase acide. Orthose. Quartz granitique, montrant par places une tendance aux formes pegmatoïdes.

N° 671. *Petit clocher de Planereuse.*

Beau granit à feldspaths verdâtres, peu micacé. Les environs de l'endroit où a été pris l'échantillon sont criblés de filons d'aplite.

SLM. Biotite en grande partie chloritisée. Peu de plagioclases, séricitisés et indéterminables. Orthose dominant, puis anorthose et microcline. Éléments secondaires ordinaires. La roche est assez dynamométamorphique.

N° 678. *Sommet de la grande pointe de Planereuse.*

Cet échantillon ressemble au précédent.

SLM. Biotite verdie. Allanite. Peu de plagioclases, représentés par de l'oligoclase acide. Orthose abondant, de même que le quartz en plages. Chlorite, épidote, séricite. Belles actions dynamiques.

N° 681. *Eboulis de Treutz-Bouc.*

La roche est granitique, avec feldspaths potassiques rosés et plagioclases verdâtres.

SLM. Allanite rare. Magnétite abondante, en octaèdres. Biotite altérée en petites lamelles formant amas. Quelques paillettes de mica blanc, peu de plagioclases, de petites dimensions. La variété répond à un feldspath acide et est comprise entre l'albite et l'oligoclase albite. Orthose avec filonets de microperthite, et microcline abondants. Quartz granitique moulant le tout.

Un autre échantillon, N° 682, pris au même endroit, présente des caractères analogues.

N° 684. *Treutz-Bouc, près du contact avec les porphyres.*

C'est toujours le même type que les précédents.

SLM. La biotite est fortement altérée, avec séparation de sphène, magnétite, leucoxène, hématite. Le mica noir donne naissance à un mica blanc très légèrement polychroïque, à deux axes très rapprochés et qui renferme encore à l'intérieur des inclusions de zircon. Peu d'albite et de microcline. Orthose abondant. Quartz granitique. Séricite et chlorite.

N° 679. *Col de Crête-Sèche.*

C'est le type du faciès granitique. L'orthose y est à peine légèrement plus développé que les autres éléments.

SLM. Peu de mica verdi, avec inclusions habituelles. Quelques plages d'oligoclase acide. Orthose, puis un peu de microcline. Calcite, chlorite, séricite. Phénomènes dynamiques intenses.

N° 714. *La Maya, derrière le sommet.*

C'est un type à grain fin analogue à celui du Châtelet.

SLM. La biotite est rare, en petites paillettes et en lames presque entièrement chloritisées. Elle est riche en zircon, apatite, et s'emplit de produits ferrugineux. Plagioclases peu abondants, fortement séricitisés répondant à de l'oligoclase acide et albite. Microcline, puis orthose très développé. Quartz en gros grains accolés à tendance granulitique. La roche est très peu dynamométamorphosée.

N° 348. *Mont Dolent.* Sur l'arête rocheuse qui descend sur Pré-de-Bar, à 3500 mètres.

Roche granitique, peu micacée, à plagioclases verdâtres.

SLM. Le mica noir est disposé en amas, toujours fortement décomposé. Plagioclases très séricitisés et vermiculés, d'acidité très variable et allant de l'albite à l'oligoclase normal. Peu de microcline. Orthose et anorthose. Quartz granitique, tendant à s'isoler en grains arrondis; la structure est plutôt celle d'une granulite massive. Épidote, séricite.

N° 340. *Monts Rouges, près du Point*, 3274 mètres.

Le grain de la roche est moyen, le plagioclase verdâtre, le quartz hyalin.

SLM. Un peu d'allanite, biotite en amas de petites lamelles vert brunâtre, riches en inclusions, principalement d'apatite, chloritisation fréquente avec séparation de magnétite. Plagioclases comprenant en général des termes allant de l'oligoclase acide à l'albite inclusivement. Orthose et anorthose; pas de microcline. Quartz en plages arrondies et isolées. La structure est en somme analogue à celle du précédent. Élements secondaires.

N° 790. *Base du Mont-Fréty, près du Pavillon.*

Protogine granitique, riche en mica brun, type ordinaire.

SLM. Biotite brune, très abondante en paillettes nombreuses très polychroïques. Un peu de sphène. Plagioclase abondant, séricitisé et indéterminable. Orthose, peu de microcline. Quartz abondant et granitoïde. Séricite. Epidote.

N° 787. *A la Porte du Col du Géant.*

Allanite, Beaucoup de mica verdi. Peu d'oligoclase acide et de microcline. Orthose, puis quartz en plages granitiques brisées. Épidote. Chlorite. Belles actions dynamiques. Cet échantillon paraît être une forme de passage; on y distingue quelques plages de quartz grenu.

N° 341. *J. V. Arête du Brouillard.*

Cette protogine est d'un type granitique, provenant d'un point de l'arête du Brouillard, où la dénudation a mis à nu le granit sur une certaine étendue.

SLM. Un peu d'allanite. Mica noir à deux axes. Peu d'oligoclase, dont la détermination vu l'état de la roche est incertaine. Beaucoup d'orthose et peu de microcline. Quartz abondant et froissements dynamiques manifestes.

N° 455. *Derrière le Tour-Noir.*

Beau granit blanc à quartz hyalin.

SLM. Biotite en belles plages à inclusions habituelles, notamment avec sagénite. Allanite libre dans la roche, ainsi que quelques jolis prismes de zircon. Peu de Plagioclases. Albite et oligoclase-albite. Beaucoup d'orthose, puis du microcline. Quartz granitique brisé. Épidote.

N° 207. *Au Sud-Ouest du Plan de l'Eau* (vallon de Champex).

SLM. Mica en petites paillettes. Allanite, puis plagioclases altérés; principalement albite et oligoclase acide. Orthose en plages, puis quartz granitique.

Ici se place naturellement la description du granit formant le cœur du Mont-Chétif, de la Montagne de la Saxe et du Catogne, qui comme nous le verrons plus loin, appartiennent en réalité à la zone du Mont-Blanc. Au Catogne, en particulier, le granit qui se rencontre dans le voisinage du contact de la protogine avec les porphyres, dans les couloirs au-dessus de Champex d'En Haut est en tous points semblable à celui des arêtes de la Breya, du Châtelet, etc.

N° 294. *Mont-Chétif.*

Parois rocheuses du versant nord du sommet. Cette



roche, à l'œil nu, ne saurait être distiuguée de la protogine du versant sud.

SLM. Peu de biotite plus ou moins chloritisée. Plagioclase acide et basique, puis albite. Un peu de microcline. Beaucoup d'orthose criblé de filonets. Structure granitique, par places même pegmatoïde.

N° 311. *Montagne de la Saxe.*

Cette roche est semblable à la précédente, mais beaucoup plus dynamométamorphosée.

SLM. Peu de mica vert, puis oligoclase acide. Pas de microcline, mais beaucoup d'orthose. Quartz granitique. Phénomènes dynamiques intenses. Les lamelles hémitropes des feldspaths sont ployées, le quartz est écrasé, des traînées de séricite jalonnent les cassures des feldspaths.

Type schisteux et pegmatoïde

N° 675. *Col du Chardonnet.*

Cette roche, d'aspect gneissique, verdâtre, présente un grand développement de glandules d'orthose, qui y affectent une disposition parallèle.

SLM. L'orthose forme l'élément prédominant; ses grandes plages sont criblées de filonets d'albite. On observe encore du microcline, puis quelques cristaux d'albite inclus dans l'orthose. Ces grandes plages sont réunies par une masse formée en grande partie de petite lamelles de mica de couleur verdâtre. On trouve aussi un peu de sphène, puis du quartz en grains polyédriques; il peut cependant se montrer des plages de quartz granitique à extinctions onduleuses.

N° 659 et 660. *Moraine du glacier d'Orny.*

Ce sont des protogines à grands cristaux feldspathiques alignés parallèlement.

SLM. Biotite tantôt en belles lamelles polychroïques, riches en inclusions et froissées; tantôt complètement chloritisée avec séparation de magnétite et leucoxène. Les plagioclases sont représentés par l'albite et l'oligoclase-albite en grandes et petites plages disloquées, un peu séricitisées. Microcline très abondant en grandes plages, puis orthose. Quartz granitique, un peu écrasé, comme du reste les autres éléments de la roche.

N° 661. *Moraine du glacier d'Orny.*

Beau type pegmatoïde, à énormes cristaux feldspathiques dépourvus d'orientation. La roche, comme les précédentes, renferme de nombreuses enclaves.

SLM. Sphène rare. Biotite verte, puis beaucoup d'épidote. Plagioclase assez abondant, libre ou complètement enclavé dans l'orthose. La variété est acide et correspond à l'albite. Grandes plages d'orthose et microcline. Le quartz en plages brisées et à extinctions onduleuses.

N° 145. *Pointe d'Orny.*

Type pegmatoïde à grands cristaux d'orthoses, orientés d'une manière quelconque les uns par rapport aux autres.

SLM. Beaucoup d'allanite, en prismes allongés. Biotite verte en lamelles isolées ou en amas, et souvent chloritisée. Les plagioclases sont de l'oligoclase acide, avec un peu d'albite. L'orthose et le microcline prédominent. Quartz brisé, disposé en lentilles allongées et écrasées simulant par places du quartz grenu. Epidote et séricite.

N° 211. *Sur le sentier du Six des Orcques, au-dessus de la Guraz.*

Type franchement gneissique et glanduleux.



SLM. Quelques rares et petites lamelles de biotite verdie, puis un peu d'oligoclase acide, voire même d'oligoclase basique. Orthose abondant avec les caractères habituels. Quartz disséminé partout; exclusivement développé sous la forme grenue, et de beaucoup plus petites dimensions que les autres éléments. Il est associé à quelques rares paillettes de mica blanc. Épidote et séricite. La roche est dynamométamorphosée.

N° 426. *Les Courtes.*

Roche un peu schisteuse, à l'œil nu, semble renfermer un peu de quartz avec plagioclases verdâtres.

SLM. Allanite et zircons libres dans la roche. Belles lamelles de mica noir, verdi par les actions secondaires et renfermant de nombreuses inclusions. Les plagioclases sont constitués presque exclusivement par de l'albite. L'orthose et le microcline sont abondants; un peu d'anorthose. Quartz en plages en partie écrasées et bréchiformes. Épidote localisée en petits grains.

N° 776. *Arête du Col du Géant.*

Type pegmatoïde riche en mica vert.

SLM. Beaucoup d'allanite. Biotite ordinaire altérée, ainsi que les plagioclases qui sont indéterminables. Beaucoup de microcline, puis orthose. Quartz en plages brisées et un peu sous la forme grenue. Épidote, calcite, hématite.

N° 775. *Cabane du Col du Géant.*

Type franchement gneissique.

SLM. Biotite verdie, allanite et magnétite. Quelques petites sections d'albite; puis des cristaux d'orthose avec filonets et de microcline formant des glandules. Le quartz se présente entièrement sous la forme grenue. La roche est très dynamométamorphosée, les feldspaths sont

fortement séricitisés et parfois entourés d'une couronne de fragments dus à l'écrasement.

§ 4. *Caractères chimiques de la protogine.*

La composition chimique de la protogine est également fort intéressante; elle permettra, comme nous le verrons, d'établir les relations qui existent entre les divers types de protogine, et quelle a été l'action de la couverture cristalline externe, dans les variations observées de la composition chimique du magma, qui a donné naissance à la roche granitique. Nous avons analysé plusieurs échantillons d'un même type de protogine provenant de divers points du massif et, d'autre part, afin d'obtenir une composition moyenne de la roche, nous avons toujours pulvérisé une quantité de matière suffisamment considérable, sur laquelle on a fait la prise nécessaire à l'analyse.

1° Type granitique

		N° 629	*N° 658*	*N° 671*
SiO_2	=	74.14 °/₀	75.96 °/₀	71.84 °/₀
Al_2O_3	=	13.30 »	13.38 »	14.07 »
FeO	=	1.61 »	1.66 »	2.01 »
CaO	=	0.69 »	0.88 »	1.08 »
MgO	=	0.19 »	0.34 »	0.40 »
K_2O	=	6.08 »	4.58 »	5.25 »
Na_2O	=	3.63 »	3.32 »	4.10 »
Perte au feu	=	0.60 »	0.46 »	0.86 »
Total	=	100.24 »	100.58 »	99.61 »



	N° 684		N° 612
SiO_2 =	74.66 °/₀		68.53 °/₀
Al_2O_3 =	13.84 »	Al_2O_3 } =	20.37 »
FeO =	2.01 »	Fe_2O_3 }	
CaO =	1.05 »		2.47 »
MgO =	0.41 »		0.44 »
K_2O =	5.34 »		5.25 »
Na_2O =	3.33 »		3.17 »
Perte au feu =	0.64 »		0.39 »
Total =	101.28 »		100.62 »

Type pegmatoïde et schisteux.

	N° 418	N° 675	N° 659
SiO_2 =	70.62 °/₀	69.95 °/₀	69.85 °/₀
Al_2O_3 =	15.50 »	14.35 »	16.10 »
FeO =	2.84 »	3.47 »	1.89 »
CaO =	2.05 »	1.27 »	0.72 »
MgO =	0.32 »	1.20 »	0.71 »
K_2O =	4.76 »	4.92 »	6.13 »
Na_2O =	3.05 »	3.32 »	3.21 »
Perte au feu =	1.04 »	1.28 »	0.90 »
Total =	100.18 »	99.76 »	99.51 »

	N° 660	N° 661
SiO_2 =	69.54 °/₀	68.55 °/₀
Al_2O_3 =	15.20 »	15.95 »
FeO =	2.76 »	1.85 »
CaO =	2 16 »	1.86 »
MgO =	0.34 »	0.46 »
K_2O =	5.37 »	5.57 »
Na_2O =	4.19 »	3.70 »
Perte au feu =	0.97 »	0.91 »
Total =	100.53	98.85

N° 629. Arête de la Breya, type granitique à grain fin.

N° 658. Arête du Châtelet, au contact avec les quartz-porphyres, c'est un type granitique analogue au précédent.

N° 671. Clochers de Planereuse, type granitique.

N° 684. Treutz-Bouc, au contact avec le quartzporphyre, type granitique.

N° 612. Portalet, type granitique, avec amphibole.

N° 418. Aiguille du Dru, type schisteux.

N° 675. Col du Chardonnet, type schisteux verdâtre.

N° 659. Moraine du Glacier d'Orny, type schisteux.

N° 660. » » » » » passant au type pegmatoïde.

N° 661. Id. id., type pegmatoïde.

Les moyennes calculées sur différentes analyses[1] des deux types principaux de protogine, nous fournissent pour ceux-ci les compositions moyennes suivantes :

		Type granitoïde	*Type gneissique et pegmatoïde*
SiO_2	=	72.88 °/o	70.49 °/o
Al_2O_3	=	13.87 »	15.37 »
FeO	=	2.29 »	2.54 »
CaO	=	1.43 »	1.54 »
MgO	=	0.36 »	0.52 »
K_2O	=	4.85 »	5.17 »
Na_2O	=	3.51 »	3.41 »
Perte au feu	=	0,59 »	0.95 »
Total	=	99.78	99.99

[1] Les moyennes ont été calculées, sur les analyses qui figurent dans ce travail et sur celles qui ont été publiées antérieurement par MM. Duparc et Mrazec.

Pour le coefficient d'acidité et la formule magmatique de la protogine, calculés sur la composition moyenne de celle-ci, on a obtenu les valeurs suivantes :

Coefficient d'acidité = 3.90

Formule magmatique : SiO_2, 5,5 : R_2O_3, 1,11 : RO.

$R_2O : RO = 2$ $Na_2O : K_2O = 0.75$

Un coup d'œil jeté sur les tableaux précédents, montre, en premier lieu, la composition chimique assez différente de l'un et l'autre type, elle présente dans les deux cas une certaine constance.

L'acidité des différentes protogines est, comme on le voit assez variable, elle ne semble être, que le résultat du développement plus ou moins important du quartz, comme aussi de l'acidité du feldspath, et ne pas dépendre de la richesse en élément noir. C'est ce que montre, par exemple, la protogine schisteuse du col du Chardonnet, qui quoique très riche en éléments micacés, renferme 69,95 °/₀ de silice.

La quantité d'alumine qui entre dans la composition de l'un ou de l'autre type, est remarquablement constante pour chacun d'eux.

La chaux y est généralement peu abondante, elle peut provenir, soit de l'épidote, soit des feldspaths plagioclases, qui, quoique appartenant à des variétés très acides, sont cependant légèrement calcifères.

Quant à la magnésie, elle varie avec le plus ou moins grand développement de l'élément micacé, en faibles proportions dans les échantillons du type granitoïde, elle augmente notablement en quantité dans les variétés pegmatoïdes et devient encore plus abondante, dans les types schisteux, ce qui est bien conforme aux faits observés.

La potasse, prédomine généralement sur la soude, qui s'y trouve du reste en quantités assez importantes, ces faits sont conformes avec la nature des feldspaths, qui existent dans ces roches, l'orthose est très abondant, le microcline, l'anorthose s'y rencontrent fréquemment et ils sont toujours accompagnés de plagioclases albitiques qui peuvent même égaler l'orthose en quantité.

La perte au feu, offre aussi pour chacun des deux types des valeurs assez constantes, mais fort différentes, pour l'un ou pour l'autre, elle est beaucoup plus élevée pour le type gneissique, que pour les variétés granitoïdes.

Les moyennes calculées sur les différentes analyses du Mont-Blanc, montrent encore beaucoup mieux les différences qui ne peuvent guère s'expliquer à notre avis que par l'action de la couverture cristalline résorbée par le granit. Il paraît en effet difficile d'admettre, qu'une roche qui présente une composition assez constante comme le granit du versant Sud, puisse subir de telles variations dans sa constitution, sans que ces variations soient produites par une cause extérieure quelconque.

On voit donc que la protogine du Mont-Blanc présente la composition d'un granit, dont l'acidité très variable, reste celle d'un vrai granit, mais relativement acide.

Si maintenant nous comparons ce granit avec ceux d'autres massifs alpins, nous le trouvons d'une acidité supérieure à celle des granits des chaînes cristallines externes à la zone du Mont-Blanc et inférieure à ceux des massifs des Alpes Bernoises ou du Pelvoux, qui présentent une acidité bien supérieure, qui les rapproche des granulites des auteurs français, c'est ce que l'on peut voir dans le tableau qui suit :

	No 1	No 2	No 3
SiO_2 =	72.88 °/o	64.81 °/o	66.22 °/o
Al_2O_3 =	13.87 »	17.98 »	18.59 »
FeO =	2.29 »	3.05 »	2.78 »
CaO =	1.43 »	2.25 »	2.28 »
MgO =	0.36 »	1.62 »	0.95 »
K_2O =	4.85 »	2 98 »	5.21 »
Na_2O =	3.51 »	5.70 »	3.65 »
Perte au feu =	0.59 »	1.60 »	
Total =	99.78	99.99	99.68

	No 4	No 5.	No 6
SiO_2 =	67.87 °/o	76.40 °/o	74.40 °/o
Al_2O_3 =	15.96 »	13.38 »	13.91 »
FeO =	4.50 »	1.30 »	1.25 »
CaO =	1.73 »	1.28 »	0.61 »
MgO =	1.40 »	0.32 »	0.28 »
K_2O =	4.26 »	4.59 »	4.36 »
Na_2O =	3.72 »	3.93 »	4.65 »
Perte au feu =	1.93 »	0.51 »	0.65 »
Total =	101.37	101.71	100.11

N° 1. Moyenne calculée d'après les analyses du type granitoïde de la protogine du Mont-Blanc.

N° 2. Moyenne calculée d'après les analyses du granit de Beaufort[1].

N° 3. Granit de Vallorcine (Aiguilles Rouges)[2].

[1] L. Duparc et E. Ritter. Les massifs cristallins de Beaufort et de Cevins. *Arch. Sc. phys et nat.*, Genève, 1893.

[2] L. Duparc. Composition chimique de quelques roches. *Arch. Sc. phys. et nat.*, Genève, 1890.

N° 4. Granit de Gasteren[1].

N° 5. Protogine du Bietschorn[2].

N° 6. Moyenne calculée d'après cinq analyses de la Protogine du Pelvoux[3].

[1] L. Duparc. Composition chimique de quelques roches. *Arch. Sc. phys. et nat.*, Genève, 1890.

[2] L. Duparc. *Ibid.*

[3] P. Termier. Sur le granit du Pelvoux. *C. R. A. des Sc.* 1897.

(*A suivre.*)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

A. Wroblewski. De la nature chimique de la diastase et de la présence de l'araban dans les préparations de la diastase (*Berichte*, XXX, p. 2289, Zurich).

Une solution de diastase, est précipitée par différents sels entre autres par l'iodure de mercure et l'iodure de potassium en présence de HCl dilué, sous forme d'un volumineux précipité, ce dernier purifié agit comme la diastase et donne la réaction de la protéine, mais la substance active n'a pas pu être isolée. Du liquide filtré et qui est complètement inactif, l'alcool précipite un hydrate de carbone qui par inversion donne de l'arabinose c'est donc un araban, le premier pentosan soluble observé. La substance active s'obtient le mieux en cuisant la diastase avec de l'acide sulfurique dilué, elle se sépare à l'état insoluble. L'auteur conclut de ses recherches que les enzimes ressemblent aux matières albuminoïdes et forment une sous-classe de ces substances.

T. Emilewicz et St. v. Kostanecki. Synthèse de la 3-oxyflavone (*Berichte*, XXXI, p. 696, Berne).

La flavone

O
$C.C^6H^5$
$\|$
CH
CO

substance mère de la chrysine et d'autres matières colorantes végétales jaunes, renferme le même squelette que la

benzalacétophénone $C^6H^5CH = CH.CO.C^6.H^5$; il a donc paru intéressant de préparer les dérivés o-hydroxylés de cette dernière, car cela pouvait conduire à une synthèse de la flavone ou de ses dérivés. Mais une première recherche a montré que le dibromure d'acétyl-2-oxybenzalacétophénone se transforme par l'action de la potasse alcoolique en α cumarylphénylcétone ; d'une manière analogue à d'autres composés o-hydroxylés renfermant un halogène lié au second atome de carbone de la chaîne latérale, il fournit facilement une combinaison à noyau pentagonal renfermant de l'oxygène. Les auteurs en présence de ce résultat se sont demandé comment se comporterait l'o-oxybenzalacétophénone hydroxylée dans le résidu cétonique

$$C^6H^4 \begin{cases} OH \\ CO.CH = CH.C^6H^5 \end{cases}$$

et si dans le dibromure d'acétyl-o-oxybenzalacétophénone

$$C^6H^4 \begin{cases} OCOCH^3 \\ COCHBr = CHBr.C^6H^5 \end{cases}$$

cela serait l'atome de brome lié au second ou celui qui est lié au troisième atome de carbone de la chaîne latérale qui serait éliminé avec formation d'un noyau oxygéné. Dans le premier cas on devrait obtenir une oxindogénide, la benzalcumaranone

$$C^6H^4 \begin{cases} O \\ CO \end{cases} C = CHC^6H^5$$

et dans le second cas la *flavone*

$$C^6H^4 \begin{cases} O - C.C^6H^5 \\ \qquad \| \\ CO - CH \end{cases}$$

L'o-oxybenzalacétophénone étant difficile à préparer, les auteurs ont utilisé à sa place pour leurs recherches son dérivé éthoxylé qu'on obtient en condensant la benzaldéhyde avec la résacétophénone et ils ont constaté que la réaction

se passait suivant la seconde alternative, c'est-à-dire qu'ils ont obtenu la *3-éthoxyflavone* $C^{15}H^9O^2(OC^2H^5)$, F 138-139°, qu'ils ont convertie par ébullition prolongée avec HJ de D = 1,7 en *3-oxyflavone* $C^{15}H^9O^2(OH)$ F = 240°.

Considérant que les matières colorantes végétales jaunes les plus importantes renferment le résidu protocatéchique, les auteurs ont condensé le pipéronal avec l'éther monoéthylique de la résacétophénone, ils en ont fait le dérivé acétylé, puis le dibromure de ce dernier et ont constaté qu'il donne avec la potasse alcoolique un composé très bien cristallisé $C^{18}H^{14}O^5$, qu'ils se proposent d'étudier de plus près.

F. R.

St. v. Kostanecki. Sur l'α naphtoflavone (*Berichte*, t. XXXI, p. 705, Berne).

Le 2-acéto-1-naphtol condensé avec la benzaldéhyde fournit le *2-benzal-acéto-1-naphtol*

$$C^{10}H^6\begin{cases}OH\\CO\,CH = CH.C^6H^5\end{cases}$$

dont le *dérivé acétylé* transformé en *dibromure* donne par l'action de la potasse alcoolique l'*α naphtoflavone*

$$C^{10}H^6\begin{cases}O.CC^6H^5\\ \quad\ \ \ \| \\ COCH\end{cases}$$

F. 154-156°. Le pipéronal se condense encore plus facilement avec le 2-acéto-1-naphtol que la benzaldéhyde ; le *2-pipéronalacéto-1-naphtol* cristallise en belles aiguilles faiblement colorées en rouge, F = 154-155°, son *dérivé acétylé* fond à 129-130° et le *dibromure* de celui-ci traité par la potasse alcoolique se transforme en *éther méthylénique de la 3'-4' Dioxy-α-naphtoflavone*

$$C^{10}H^6\begin{cases}O—C—C^6H^3\begin{cases}O\\O\end{cases}CH^2\\ \qquad\ \| \\ CO-CH\end{cases}$$

qui cristallise en belles aiguilles jaunes et dont la solution alcoolique est douée d'une fluorescence bleue, F = 253-254°. Lorsqu'on humecte ce composé avec H^2SO^4, il se dissout en jaune légèrement fluorescent, couleur qu'il perd au bout de quelque temps; cette réaction le différencie de la pipéronal-naphtocumaranone d'Ullmann, laquelle se dissout dans H^2SO^4 en rouge-cerise. La combinaison ci-dessus se décompose par l'action prolongée de l'eau en 2-acéto-1-naphtol et acide pipéronylique. F. R.

--- ---

W. Feuerstein et St. v. Kostanecki. **Synthèse de dérivés de la flavone** (*Berichte*, XXXI, p. 710, Berne).

La *2-oxybenzaldiacétophénone*

$$C^6H^4\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown CH(CH^2.CO.C^6H^5)_2 \end{matrix}$$

décrite par Cornelson et Kostanecki a servi de point de départ aux recherches des auteurs qui ont supposé qu'elle se prêterait bien à la synthèse de dérivés de la flavone. Elle peut en effet donner par élimination d'eau un composé renfermant un noyau hexagonal oxygéné, soit le noyau γ pyrénique

$$\begin{matrix} & O & \\ HC & & CH \\ HC & & CH \\ & CH_2 & \end{matrix}$$

Les recherches ont montré que ce composé est déjà modifié par ébullition avec les acides minéraux. Il se forme une substance correspondant à la formule $C^{23}H^{16}O^2$ qui prend naissance d'après l'équation

$$C^6H^4\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown CH(CH^2.CO.C^6H^5)_2 \end{matrix} - H^2O - 2H = C^{23}H^{16}O^2$$

Ce composé ne renferme plus le groupe hydroxyle qui a donc pris part à la réaction et ce fait joint au mode de for-

mation lui-même permet de supposer qu'il s'est formé d'abord par élimination d'eau le *phénacylflavène*

O
C.C^6H^5
CH
CH
|
CH^2.CO.C^6H^5

puis avec perte de 2 atomes d'hydrogène par un phénomène d'oxydation dont l'explication sera recherchée, le phénacylidèneflavène

O
C—C^6H^5
CH
|
C
||
CH.CO.C^6H^5

Quoique les auteurs ne soient pas arrivés à constater les deux phases de la réaction qui peuvent aussi se produire d'une manière inverse à celle que nous venons d'indiquer, leurs recherches, pour le détail desquelles nous renvoyons le lecteur au mémoire original, permettent d'admettre que le produit final de la réaction est bien le composé ci-dessus. On trouvera dans le mémoire original la préparation et les propriétés de nombreux dérivés du phénacylidène-flavène ainsi que le résultat des recherches faites sur ses produits de décomposition au moyen de l'alcoolate de sodium. F. R.

W. Klobski et St. v. Kostanecki. Sur les oxybenzalbromindanones (*Berichte*, t. XXXI, p. 720, Berne).

L'indanone

$$C^6H^4\langle{}^{CH^2}_{CO}\rangle CH^2$$

se condense avec les aldéhydes avec élimination d'eau et for-

mation de cétones non saturées. Pour faire suite à leurs recherches sur les oxybenzalindandiones, les auteurs ont voulu examiner les matières colorantes hydroxylées dérivées de la benzalindanone, mais l'indanone elle-même étant difficile à préparer, ils ont employé de préférence l'un de ses dérivés, la *2-bromindanone*

CH^2
$>CH^2$
Br
CO

que l'on obtient facilement comme v. Miller et Rhode l'ont montré en chauffant l'acide p. bromhydrocinnamique avec H^2SO^4 conc. La bromindanone réagit avec la benzaldéhyde avec la plus grande facilité pour donner la *2-brombenzalindanone* F = 162-163°, soluble dans H^2SO^4 conc. avec une couleur jaune intense. Les trois monooxybenzaldéhydes isomères se condensent aussi avec la bromindanone en présence de lessive de soude; avec l'aldéhyde salicylique et la m-oxybenzaldéhyde, la réaction est nette, tandis qu'avec la p-oxybenzaldéhyde le rendement est mauvais. Avec la vanilline et l'aldéhyde protocatéchique, la condensation en présence de lessive de soude est difficile, mais dans d'autres conditions, p. ex. lorsqu'on fait bouillir la solution alcoolique des deux composants en présence d'acide chlorhydrique fumant, on obtient de bons rendements. Les auteurs décrivent les différentes *oxybrombenzallindanones* ainsi obtenues ainsi que quelques-uns de leurs dérivés. Ces produits se distinguent des oxybenzalindandiones par leur stabilité envers les alcalis, ils rappellent sous ce rapport les oxybenzalcumaranones. Il résulte des recherches des auteurs faites jusqu'ici sur les matières colorantes jaunes renfermant le double chromophore CO.C = C que ces matières colorantes présentent entre elles une grande ressemblance soit que le groupe CO appartienne à une chaîne latérale (streptostatique) soit qu'il appartienne à un noyau pentagonal (cyclostatique). Les auteurs se réservent d'examiner l'effet du groupement atomique CO.C = C lorsque CO est streptostatique et C = C cyclostatique, et enfin lorsque les deux chromophores sont cyclostatiques. F. R.

Richard Lorenz. Décomposition des solutions salées (*Z. f. Electrochem.*, 4, p. 247, Zurich).

Pour décomposer une solution de sel il faut une tension de 1.95 volt, mais en pratique on observe une tension nécessaire de 2.1 à 2.3 volt. L'auteur l'explique en disant qu'on a réellement en succession pendant le travail, une chaîne Pt | H_2 | NaOH | NaCl | Cl_2 | Pt et que le calcul donne bien pour cette chaîne une tension de 2.23 volt.

A. Wroblewski. Nouvel appareil d'extraction pour liquides (*Zeits. anal. Chem.*, 36, p. 671, Zurich).

Ce chimiste a construit un appareil d'extraction pour les liquides, modifiant d'une façon heureuse, celui de Soxhlet.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUIN 1898

Le 1er, très fort vent à 10 h. du matin; fort vent à 1 h. du soir; légère pluie à 10 h. du matin.

2, pluie à 7 h. du matin et à 7 h. du soir.

4, forte rosée le matin.

5, légère pluie à 4 h. du soir.

6, brouillard enveloppant à 7 h. du matin.

8, légère pluie à 1 h. du soir; légères ondées par intervalles à 10 h. du soir.

9, pluie le matin jusqu'à 7 h.; pluie à 1 h. du soir; à 5 h. 37 m., éclairs et tonnerres à l'W.

10, pluie à 7 h. du matin et dans la journée jusqu'à 1 h. du soir.

11, brouillard enveloppant le matin; forte bise à 4 h. du soir.

12, rosée le matin.

14, pluie le matin jusqu'à 10 h.; pluie depuis 9 h du soir.

15, pluie le matin; pluie à 10 h. du matin et à 1 h. du soir; très forte bise depuis 10 h. du matin à 9 h. du soir; depuis 9 h. elle augmente encore.

16, violente bise jusqu'à 7 h. du soir; très forte bise depuis 9 h. du soir.

17, très forte bise à 7 h. du matin et à 1 h. du soir; forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.

18, forte bise à 10 h. du matin.

19, forte rosée le matin.

21, éclairs à l'est à 10 h. du soir.

23, pluie le matin jusqu'à 1 h. du soir.

24, légère pluie le matin.

25, forte pluie à 7 h. du soir et depuis 10 h. du soir.

26, forte pluie jusqu'à 10 h. du matin.

27, pluie à 7 h. du matin; à 3 h. du soir, tonnerres lointains; à 4 h. 30 m., orage au SSE.

28, fort vent à 4 h. du soir.

29, rosée le matin; bel hâlo solaire de 9 h. à midi; tonnerres au SW., NE., W. et NW. depuis 3 h. à 4 h. 34 m. du soir; pluie depuis 4 h. à 7 h. du soir.

30, légère pluie le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 1er à 11 h. soir	725,75	Le 1er à 3 h. matin	722,22
3 à 10 h. matin	729,60	3 à 4 h. matin	728,28
6 à 1 h. matin	727,84	6 à 5 h. soir	725,67
8 à 10 h. soir	728,64	8 à 4 h. soir	727,66
11 à 10 h. soir	726,53	11 à 2 h. soir	725,21
13 à 7 h. matin	727,95	16 à 4 h. matin	719,13
16 à 11 h. soir	724,84	19 à 4 h. soir	730,88
19 à 8 h. matin	732,87	23 à 4 h. matin	723,45
22 à 11 h. matin	726,15	24 à 7 h. soir	725,26
24 à minuit	729,95	26 à 10 h. matin	720,00
26 à 11 h. soir	722,51	30 à 4 h. soir	732,35
30 à 10 h. soir	733,45		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Pellegrin	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY P. Pelletier
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total.	136.1	129.3	123.5	130.2	131.5	133.8	117.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 206h 55m.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièm. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
1	723.87	— 2.42	722.22	725.75	+12.95	— 2.39	+11.7	+17.4	605	— 99	480	680	0.0	..	SSW. 2	14.0	0.92	2.0	13.1	— 0.6	101.5
2	726.24	— 0.09	725.01	728.31	+11.68	— 3.78	+ 9.5	+16.9	807	+103	550	950	2.8	3	var.	9.8	0.98	0.0	12.8	— 1.0	102.5
3	729.00	+ 2.62	728.28	729.60	+11.91	— 3.67	+ 8.8	+15.7	593	—111	220	840	...	..	N. 1	7.5	0.35	9.9	9.0	— 4.9	104.5
4	727.81	+ 1.39	726.05	729.08	+12.37	— 3.33	+ 4.7	+19.3	692	— 12	450	990	...	..	N. 1	5.2	0.28	13.1	9.2	— 4.9	105.5
5	727.10	+ 0.64	726.75	727.87	+14.65	— 1.17	+ 9.7	+20.3	788	+ 84	550	980	0.2	1	var.	5.0	0.92	1.3	...	.....	107.0
6	726.90	+ 0.40	725.67	727.84	+17.69	+ 1.78	+10.7	+26.1	712	+ 8	320	980	...	..	SSW. 1	6.2	0.72	9.9	13.5	— 0.8	106.5
7	727.52	+ 0.98	726.61	728.15	+19.31	+ 3.25	+14.9	+27.5	670	— 34	480	880	...	..	NNE 1	6.9	0.50	10.3	14.1	— 0.3	106.2
8	728.12	+ 1.54	727.66	728.64	+18.35	+ 2.18	+12.6	+24.1	753	+ 49	610	970	0.2	..	var.	3.7	0.98	0.7	16.5	+ 2.0	109.0
9	727.83	+ 1.21	726.96	728.61	+16.05	— 0.23	+14.9	+20.2	944	+240	830	990	10.5	6	N. 1	5.0	1.00	4.0	16.7	+ 2.0	109.0
10	726.61	— 0.05	726.22	727.06	+16.23	— 0.16	+14.3	+19.2	869	+166	720	970	9.6	9	S. 1	4.2	1.00	0.0	14.4	— 0.4	108.5
11	725.76	— 0.94	725.21	726.53	+17.16	+ 0.66	+12.8	+21.4	766	+ 63	590	960	...	..	N. 1	6.0	0.77	9.0	14.7	— 0.2	114.0
12	726.93	+ 0.19	726.11	727.61	+17.92	+ 1.31	+12.7	+23.9	735	+ 32	460	950	...	..	N. 1	9.4	0.07	12.3	...	.....	114.0
13	727.15	+ 0.37	726.09	727.95	+17.48	+ 0.77	+11.6	+23.7	727	+ 25	500	950	...	..	N. 1	5.0	0.48	9.6	17.7	+ 2.6	117.5
14	725.91	— 0.90	724.74	727.05	+15.11	— 1.71	+13.7	+18.0	921	+219	840	1000	21.4	10	N. 1	5.6	0.98	0.2	17.4	+ 2.2	124.0
15	722.24	— 4.61	719.78	724.43	+13.86	— 3.06	+12.1	+15.7	901	+200	720	990	18.4	8	NNE. 3	24.8	0.83	0.0	17.6	+ 2.3	130.0
16	721.41	— 5.48	719.13	724.84	+12.61	— 4.41	+10.0	+14.9	660	— 40	540	760	0.1	1	NNE. 4	49.0	0.95	2.9	16.8	+ 1.4	140.0
17	726.95	+ 0.03	724.53	729.70	+13.92	— 3.19	+10.1	+18.0	609	— 91	470	750	...	..	NNE. 3	30.2	0.75	3.0	15.6	+ 0.1	139.0
18	731.16	+ 4.20	730.03	732.32	+15.94	— 1.27	+ 8.3	+21.9	596	—103	330	900	...	..	N. 1	14.3	0.05	12.9	17.0	+ 1.4	134.0
19	731.74	+ 4.75	730.88	732.87	+16.95	— 0.35	+ 9.7	+24.3	649	— 50	410	920	...	..	N. 1	5.6	0.62	9.9	...	.....	130.0
20	729.76	+ 2.73	728.47	731.31	+18.99	+ 1.60	+14.0	+23.2	688	— 1[illegible]	540	900	...	..	N. 1	6.7	0.37	11.9	17.7	+ 1.8	133.3
21	727.29	+ 0.23	725.70	728.75	+20.28	+ 2.80	+12.8	+28.0	671	— 26	480	970	...	..	var.	7.5	0.12	13.0	18.0	+ 2.1	132.0
22	725.57	— 1.52	724.51	726.15	+21.12	+ 3.55	+17.8	+25.7	626	— 70	490	800	...	..	SSW. 1	9.8	0.85	2.9	18.3	+ 2.3	133.5
23	726.54	— 0.58	723.45	729.80	+15.76	— 1.89	+12.1	+19.4	825	+129	520	980	7.7	6	var.	9.4	0.67	4.7	13.0	— 3.2	134.8
24	727.32	+ 0.16	725.26	729.95	+15.36	— 2.37	+ 8.2	+23.1	647	— 48	370	980	0.1	..	SSW. 1	8.3	0.37	11.8	12.7	— 3.6	138.7
25	723.71	— 3.48	722.50	725.28	+15.53	— 2.28	+12.6	+19.7	723	+ 29	540	990	36.0	7	var.	9.6	1.00	0.0	13.1	— 3.3	139.0
26	721.46	— 5.76	720.00	722.51	+14.31	— 3.57	+11.8	+19.9	750	+ 57	430	990	14.0	10	SSW. 1	8.8	0.85	5.3	...	.....	141.0
27	722.30	— 4.95	721.60	724.50	+13.77	— 4.19	+10.8	+18.9	723	+ 31	480	930	5.7	4	SSW. 1	6.9	0.88	4.6	13.0	— 3.5	148.5
28	726.08	— 1.20	724.84	728.21	+13.95	— 4.08	+11.1	+18.7	659	— 32	480	820	0.9	1	SSW. 1	11.3	0.63	7.6	13.3	— 3.3	147.6
29	729.26	+ 1.96	728.18	732.39	+12.43	— 5.66	+ 7.3	+18.5	807	+116	560	980	2.3	2	N. 1	4.0	0.67	5.5	12.0	— 4.7	148.4
30	732.77	+ 5.44	732.35	733.45	+14.41	— 3.75	+ 7.6	+21.0	724	+ 34	470	980	0.3	..	N. 1	4.8	0.30	11.6	12.2	— 4.6	146.7
Mois	726.74	— 0.45			+15.60	— 1.21			728	+ 30						10.05	0.66		14.59	—0.75	124.87

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,13	727,02	727,43	727,27	726,91	726,57	726,92	727,55
2e »	726,75	726,58	727,11	727,23	726,96	726,47	726,82	727,29
3e »	726,49	726,06	726,16	726,39	725,94	725,75	726,10	726,96
Mois	726,79	726,55	726,90	726,96	726,60	726,26	726,61	727,27

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 12,69	+ 11,42	+ 13,59	+ 15,77	+ 17,87	+ 18,62	+ 16,37	+ 14,62
2e »	+ 13,46	+ 12,08	+ 14,82	+ 16,80	+ 18,40	+ 19,16	+ 17,75	+ 15,48
3e »	+ 13,11	+ 12,10	+ 14,31	+ 16,34	+ 18,69	+ 19,35	+ 16,95	+ 14,69
Mois	+ 13,09	+ 11,87	+ 14,24	+ 16,30	+ 18,32	+ 19,04	+ 17,02	+ 14,93

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	879	911	818	687	610	559	704	778
2e »	834	863	809	695	605	592	654	750
3e »	848	882	774	684	561	532	664	779
Mois	854	885	800	689	592	561	674	769

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°	°		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+11,18	+ 20,67	+ 13,26	0,76	48,1	6,75	23,3	106,02
2e »	+11,50	+ 20,50	+ 16,81	0,59	71,7	15,36	39,9	127,58
3e »	+11,21	+ 21,29	+ 13,96	0,63	67,1	8,04	67,0	141,02
Mois	+11,30	+ 20 82	+ 14,59	0.66	186,9	10,05	130,2	124,87

Dans ce mois l'air a été calme 33,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 2,64 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,9 E. et son intensité est égale à 29,8 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1898.

Le 2, neige de 7 h. à 10 h. du matin et de 7 h. à 10 h. du soir; hauteur ; 10cm,0.
3, brouillard de 7 h. à 10 h. du matin.
5, pluie à 4 h. et à 7 h. du soir.
8, brouillard à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; pluie à 1 h. et à 7 h. du soir.
9, pluie depuis 1 h. à 7 h. du soir.
10, pluie à 4 h. et à 7 h. du soir; brouillard à 10 h. du soir.
11, brouillard pendant tout le jour.
12, brouillard à 7 h. du matin.
13, tonnerre à 3 h. 45 m. du soir.
14, pluie à 7 h. du matin et de 4 h. à 7 h. du soir; brouillard à 1 h. du soir.
15, brouillard à 1 h. et depuis 7 h. à 10 h. du soir; neige à 4 h. du soir.
16, neige à 7 h. du matin, ensuite brouillard pendant tout le jour.
17, neige à 7 h. du matin; brouillard depuis 1 h. à 10 h. du soir.
18, brouillard de 7 h. à 10 h. du soir.
19, brouillard de 7 h. à 10 h. du soir.
22, pluie à 4 h. du soir.
23, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; neige à 1 h. du soir.
25, pluie depuis 1 h. du soir.
26, pluie à 7 h du matin; brouillard à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
27, brouillard à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
28, brouillard à 7 h. du soir.
29, neige à 10 h. du matin; brouillard à 7 h. du soir.
30, brouillard à 10 h. du soir..

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM

	mm
Le 1er à 10 h. soir	563,69
8 à 2 h. soir	570,34
11 à 10 h. soir	566,90
13 à 10 h. soir	569,09
16 à 11 h. soir	561,30
18 à 11 h. soir	570,99
27 à 11 h. soir	562,25
30 à 11 h. soir	571,80

MINIMUM.

	mm
Le 1er à 8 h. matin	561.44
8 à 1 h. matin	568.70
11 à 7 h. matin	565.10
13 à 7 h. matin	568.64
16 à 7 h. matin	557,65
19 à 7 h. matin	570,39
21 à 4 h. soir	569,82
23 à 9 h. matin	565,20
24 à 7 h matin	566.59
26 à 9 h. matin	560.40
30 à 7 h. matin	568,07

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm			
1	562.50	— 3,18	561,44	563,69	+ 1,96	— 0.71	— 2,9	+ 8,1	.....	.....	....	SW. 1	0,22
2	564,02	— 1,75	563,40	564,49	+ 0,67	— 2,12	— 0.8	+ 5,0	10,0	4,5	....	SW. 1	0,85
3	565,02	— 0.84	563,64	566,39	— 0,71	— 3,61	— 4,6	+ 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,42
4	566,62	+ 0,68	565,70	567,59	+ 1,72	— 1,29	— 4,3	+ 8,9	.....	.....	....	SW. 1	0.08
5	567,69	+ 1,67	565,74	568,09	+ 2,72	— 0,40	+ 0 2	+ 8,5	.....	12,4	....	SW. 1	0,60
6	568,06	+ 1,95	567,19	569,05	+ 6,97	+ 3,74	+ 1,8	+12,4	.....	.....	....	SW. 1	0,30
7	569,11	+ 2,92	568,50	569,48	+ 7,42	+ 4,08	+ 3,3	+15,0	.....	.....	....	NE. 1	0,20
8	569,80	+ 3,53	568,70	570,34	+ 4,87	+ 1,42	+ 4,5	+10,4	.....	7,5	....	SW. 1	0 88
9	569,12	+ 2,77	568,20	570,28	+ 3,46	— 0.09	+ 2,7	+ 7,2	.....	16,6	....	SW. 1	0,80
10	566 48	+ 0,05	565,94	567,80	+ 4,69	+ 1,04	+ 2,1	+10 1	.....	11,2	....	NE. 1	0,80
11	565,88	— 0,63	565 10	566,90	+ 3,06	— 0,69	+ 2,2	+ 5,4	.....	.....	....	NE. 1	1,00
12	567,78	+ 1,19	566,80	568,90	+ 4,71	+ 0,86	+ 2,0	+ 8,6	.....	.....	....	NE. 1	0,35
13	568,83	+ 2,16	568,64	569,09	+ 6,16	+ 2,21	+ 3,2	+13,3	.....	.....	....	SW. 1	0,45
14	567,28	+ 0,53	565,80	568,59	+ 3,61	— 0,43	+ 3,4	+ 6,6	.....	21,7	....	SW. 1	0,95
15	562,46	— 4,36	559,30	565,75	+ 2,67	— 1,46	0,0	+10,6	.....	.....	....	NE. 1	0,82
16	558,90	— 8,00	557,65	561,30	— 2,34	— 6,56	— 2,8	+ 2,0	.....	18,5	....	NE. 1	1,00
17	564,10	— 2 87	561,50	567,40	— 1,48	— 5,79	— 3,0	+ 2,4	.....	.....	....	NE. 1	0,97
18	569,28	+ 2,24	567,40	570,99	+ 2,52	— 1,88	— 2,2	+ 7,2	.....	.....	....	NE. 1	0,48
19	570,68	+ 3,57	570,39	570,90	+ 3,71	— 0,78	— 1,2	+ 8,6	.....	.....	....	NE. 1	0,52
20	570,37	+ 3,49	569,79	570,89	+ 5,74	+ 1,16	+ 2,4	+ 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,13
21	570 29	+ 3,04	569,82	570,79	+ 8,99	+ 4,33	+ 4,6	+14,5	.....	.....	....	SW. 1	0,18
22	569,39	+ 2,07	569,20	570 10	+ 8,04	+ 3,30	+ 5,3	+15,2	.....	8,6	....	SW. 1	0 60
23	566,32	— 1,07	565,20	567,80	+ 1,74	— 3,08	— 0,2	+ 7,8	.....	13,5	....	NE. 1	0,98
24	566,89	— 0,56	566,59	567 39	+ 5,07	+ 0,17	— 3,0	+ 9,8	.....	.....	....	SW. 1	0,20
25	565,19	— 2,32	563,21	566,75	+ 3,74	— 1,24	+ 3,2	+ 7,2	.....	25,3	....	SW. 1	0,88
26	561,54	— 6,03	560,40	563,30	+ 1,67	— 3,38	0,0	+ 6,8	.....	.....	....	NE. 1	0,72
27	561,12	— 6,51	560,65	562,25	+ 0,19	— 4,93	— 1,4	+ 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,80
28	563,67	— 4,02	562,25	565,97	+ 0,41	— 4,78	— 1,6	+ 5,4	.....	.....	....	NE. 1	0,52
29	566,42	— 1,33	565,20	568,15	— 0,58	— 5,84	— 1,8	+ 3,4	.....	18,0	....	NE. 1	0,50
30	569,78	+ 1,97	568,07	571,80	+ 1,89	— 3,44	— 2,4	+ 6,1	.....	.....	....	NE. 1	0 28
Mois	566,49	— 0,62			+ 3,11	— 1,01							0 58

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUIN 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	566,63	566,39	566,69	566,80	566,95	566,94	567,10	567,23
2e » ...	566,48	566,15	566,06	566,43	566,64	566,68	566,87	567,12
3e » ...	566,19	565,68	565,46	565,86	566,15	566,17	566,44	566,54
Mois	566,44	566,07	566,07	566,36	566,58	566,60	566,80	566,97

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	+ 2,31	+ 5,67	+ 6,29	+ 5,51	+ 3,03	+ 1,67
2e » ...	+ 2,58	+ 4,29	+ 5,33	+ 4,10	+ 2,89	+ 2,03
3e » ...	+ 2,91	+ 4,86	+ 5,24	+ 5,01	+ 2,80	+ 2,09
Mois	+ 2,60	+ 4,94	+ 5,62	+ 4,87	+ 2,91	+ 1,93

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	cm
1re décade...	+ 0,20	+ 8,98	0,51	52,2	10,0
2e » ...	+ 0,40	+ 7,34	0,67	40,2	....
3e » ...	+ 0,27	+ 8,00	0,57	65,4	....
Mois	+ 0,29	+ 8,11	0,58	157,8	10,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,49 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 19,8 sur 100.

THERMO-ÉLECTRICITÉ

DU

BISMUTH CRISTALLISÉ[1]

PAR

F.-Louis PERROT

INTRODUCTION

On sait depuis longtemps que pour obtenir des courants thermo-électriques, il n'est pas nécessaire de produire une différence de température entre deux points de jonction de deux substances conductrices *chimiquement* différentes et qu'une dissimilitude de nature *physique* entre diverses régions d'un même corps suffit pour permettre à une différence de potentiel de s'établir de part et d'autre des points échauffés ou refroidis.

Cette dissimilitude peut être due à l'action de forces arbitraires, le milieu étant en quelque sorte pétri par l'expérimentateur qui soumet la substance à la trempe, l'écrouissage, le tréfilage, etc. Les effets thermo-électriques dans ces cas-là pourraient être mesurés quantita-

[1] Les premiers résultats de ce travail ont été communiqués à l'Acad. des Sciences de Paris, séance du 25 avril 1898. La note des *C. R.* a été reproduite dans l'*Éclairage électrique*, tome XV, 1898, p. 253.

tivement et ces mesures conduiraient peut-être à un résultat pratique, par exemple au point de vue des fils qui servent de conducteurs dans les expériences d'électricité et dans lesquels des différences de structure peuvent causer des courants parasites d'origine thermique.

Mais l'intérêt de pareilles recherches diminue lorsqu'on se place au point de vue de l'étude des phénomènes naturels. En effet si la structure peut être arrangée et changée au gré de l'expérimentateur on n'est pas en présence d'un milieu déterminé par le jeu d'une force naturelle spontanée, comme c'est au contraire le cas pour les corps cristallisés. Cette différence, d'ordre philosophique, se retrouvant du reste dans tous les domaines de la physique, il est inutile d'y insister ici. Cependant on peut faire observer qu'avant de s'attaquer à des milieux artificiels plus ou moins cahotiques, il serait logique d'étudier plus à fond que jusqu'ici ce qui se passe au point de vue thermo-électrique dans les milieux *anisotropes* mais doués de *symétrie*, chez lesquels tout semble devoir prendre un caractère d'ordre parfait.

Or il reste encore bien des points inconnus dans le domaine ainsi limité, et des difficultés expérimentales assez considérables en défendent l'entrée.

L'étude complète des phénomènes thermo-électriques dans un corps conducteur cristallisant dans un système autre que le système cubique n'a jamais été faite. On ne sait pas notamment ce qui s'y passerait dans chaque direction cristallographique *au point de renversement* non plus qu'*au point neutre*. L'allure des courbes représentant les différences de potentiels, même dans des intervalles de températures inférieures à ces deux points n'est connue pour aucun cristal.

Malheureusement c'est le défaut de substances propres à cette étude qui l'a retardée jusqu'à maintenant et l'empêchera peut-être toujours d'être complète. Les corps cristallisés, non cubiques et suffisamment conducteurs pour le courant, sont si rares que l'on n'a guère le choix qu'entre le *bismuth* et l'*antimoine* parmi les métaux ; l'*oligiste*, la *pyrrothine*, certains *sulfures* comme la *stibine*, parmi les minéraux.

C'est le *bismuth* que l'on peut le moins difficilement obtenir nettement cristallisé sous un volume assez gros pour permettre la sécurité dans les mesures. L'*antimoine* est déjà moins régulier dans sa cristallisation. L'inconvénient de ces deux métaux est leur point de fusion trop bas pour qu'il soit possible de les chauffer jusqu'au point de renversement. Quant aux minéraux naturels, les échantillons d'une certaine grosseur ont presque toujours des défauts d'homogénéité (macles, fentes, etc.). Cependant on possède quelques mesures de Bäckström[1] sur l'oligiste, par lesquelles T. Liebisch[2] a pu confirmer l'exactitude de la formule de Thomson[3]. Il y aurait probablement quelque chose d'intéressant à faire avec l'oligiste pour celui qui, comme Bäckström, parviendrait à s'en procurer des échantillons convenables.

Dans les recherches qui vont suivre, je me suis borné pour le moment à reprendre l'étude du *bismuth* entre 0° et 100°, ayant eu l'avantage de posséder de très gros prismes de ce métal, d'une texture apparemment très homogène.

[1] Bäckström. *Oefv. Vetensk forhandlingar.* 1888, p. 553. *Beiblätter*, *W.* XIII, p. 173.

[2] T. Liebisch. *Wied. Ann.* XXXIX, 1890, p. 390.

[3] W. Thomson. (1854), *Math. and Phys. Papers.* I. 266, 324, 467.

Indépendamment des données numériques nouvelles qu'apporte le présent travail, son but est d'attirer l'attention :

1° Sur le peu de travaux complets qu'on possède sur le sujet de la thermo-électricité des cristaux, les traités de physique et de minéralogie répétant toujours les mêmes citations, déjà assez anciennes et parfois mal comprises à cause des terminologies différentes des auteurs.

2° Sur l'importance énorme de la cristallisation au point de vue de la thermo-électricité dans le bismuth.

Ce corps fait l'objet actuellement de fréquentes recherches. On a tenté de l'utiliser dans des appareils de mesure, mais des travaux entiers, d'ailleurs fort remarquables, ont été publiés sans que les auteurs y aient fait la moindre allusion à ce que le bismuth est un corps cristallisable chez lequel les constantes physiques sont loin d'être identiques dans tous les azimuths. Il faut signaler ici parmi les exceptions une note récente de M. R. Defregger [1] sur *l'effet thermo-magnétique longitudinal dans le bismuth*. L'auteur a été conduit à attribuer à la structure cristalline du bismuth les grandes irrégularités qu'on observe dans le phénomène en question lorsqu'on change la position du barreau de bismuth dans le champ magnétique. En tenant compte de la direction de l'axe cristallographique M. Defregger a vu le phénomène se régulariser et a pu établir une formule. Le détail numérique des expériences n'est pas relaté dans ce travail et les résultats dans le sens perpendiculaire à

[1] *Wied. Annalen*. Bd. 63, 1897, p. 97.

l'axe y sont signalés comme ayant été moins concordants que suivant l'axe.

Je restreindrai la partie historique aux travaux touchant le *bismuth* et l'*antimoine*, me réservant de rappeler ceux qui se rapportent à *d'autres cristaux* si je parviens à m'en procurer et à pouvoir comparer mes résultats avec ces derniers.

PREMIÈRE PARTIE

Historique.

YELIN [1], SEEBECK [2], STURGEON [3] et MATTEUCCI [4] avaient tous observé que l'on pouvait faire naître des courants en échauffant certains points dans une portion de circuit formée d'un seul métal cristallisé, bismuth ou antimoine.

L'expérience peut se faire en appliquant l'une contre l'autre les extrémités de deux barreaux de bismuth ou d'antimoine de façon à fermer le circuit en mettant en contact deux bouts d'un même métal, après avoir chauffé ou refroidi l'un des bouts.

VORSSELMANN DE HEER [5] constata la production de ces courants dans le bismuth, mais ne put fixer s'ils allaient de la partie froide à la partie chaude à travers le plan de

[1] Yelin. *Gilb. Ann.* Bd. LXXIII, p. 361. — *Biblioth. univ.* XXIV, 1823, p. 253.

[2] Seebeck. *Pogg. Ann.* Bd. VI. 1826, p. 253.

[3] Sturgeon. *Phil. Magaz.*, juillet 1831. — *Biblioth. univ.* XLVII, 1831, p. 351.

[4] Matteucci. *C. R.* 1838, p. 276.

[5] Vorsselmannn de Heer. *Bullet. des Sc. Phys. et natur. en Néerlande*, 1838, p. 124. — *Pogg. Ann.* Bd. XLVII. p. 602, XLIX, p. 114 (1840).

contact, ou vice-versa, ses diverses expériences ayant donné des résultats contradictoires.

Svanberg [1], connaissant d'après Faraday la symétrie cristalline du bismuth, se procura des barreaux taillés dans des sens déterminés. Il appela barreaux (A) ceux dont la longueur est parallèle au clivage principal et par conséquent perpendiculaire à l'axe magnéto-cristallique de Faraday; les barreaux (B) sont ceux dont la longueur est parallèle à cet axe. Il constata d'abord que les barreaux B sont plus négatifs que tout autre barreau et les A plus positifs. Il en est de même pour l'antimoine. (Le courant va donc de B à A a travers la soudure chauffée).

Svanberg trouva en outre que si l'on met en contact les extrémités, l'une froide, l'autre chaude, de deux barreaux de même espèce, un courant prend naissance et traverse le point de contact en allant du froid au chaud s'il s'agit de deux barreaux A de bismuth et du chaud au froid s'il s'agit de barreaux B de bismuth. Si on chauffe également les deux barres vers leur contact, il n'y a pas de courant lorsqu'elles sont toutes deux A ou B.

Franz a étudié qualitativement les mêmes phénomènes par plusieurs procédés.

Dans une série d'expériences [2] que nous signalerons en premier lieu il pinçait un barreau de bismuth entre deux plaques de cuivre. Il a constaté les faits suivants :

1° Si l'on chauffe un des plans de contact le bismuth est toujours négatif par rapport au cuivre, le courant traversant le plan de contact en allant du bismuth au cuivre.

[1] Svanberg. *C. R.* XXXI (1850), p. 250.
[2] Franz. *Pogg. Ann.*, 85, p. 388, 1852.

2° Si l'on chauffe le bismuth en touchant une de ses faces latérales en un point suffisamment éloigné des cuivres pour que les forces électromotrices *Bi* — *Cu* n'entrent pas en jeu, le courant marche le long du bismuth dans la direction de la ligne de pente du clivage considérée à partir de la face échauffée. Si la face latérale échauffée est parallèle ou perpendiculaire au clivage on n'obtient aucun courant.

Franz imita plus tard[1] ces phénomènes en remplaçant le bismuth par un milieu artificiel formé de lamelles conductrices juxtaposées et pressées les unes contre les autres dans un tube. En chauffant le tube en divers points il trouva que le sens du courant développé le long du tube était toujours celui de l'inclinaison des lamelles à partir du point échauffé.

Nous sommes obligés de renvoyer aux mémoires origiginaux pour le détail de ces expériences. Quant à leur explication, Franz considère que le courant général développé le long du tube par un échauffement latéral est dû à la somme des courants individuels qui naissent dans chaque feuillet par le fait que l'une des extrémités du feuillet est plus chaude que l'autre. Franz invoque à l'appui les expériences de Magnus sur la production de courants dans deux fils, l'un chaud, l'autre froid, formés d'un même métal et que l'on met en contact. La direction du courant résultant doit être celle des courants individuels, lesquels circulent dans le sens de l'inclinaison des feuillets.

On trouvera dans Wiedemann (Lehre vom Galvanismus, 1874, T. I, paragr. 636) des figures relatives aux

[1] Franz. *Pogg. Ann.*, 97, p. 34, 1856.

expériences de Franz. Mais l'explication donnée par Wiedemann n'est pas la même que celle de l'auteur, car il y fait intervenir l'action réciproque de deux feuillets contigus dans l'un desquels la chaleur se répand plus vite que dans le voisin.

L'explication de Wiedemann n'est pas suffisante pour prouver pourquoi le courant résultant prend la direction de la ligne de pente des feuillets. Car si l'on suppose un feuillet plus chaud que son voisin de droite il n'y a pas de raison pour qu'il ne soit pas aussi plus chaud que son voisin de gauche, et si le courant d'après les expériences de Magnus doit aller par exemple du chaud au froid il y aura deux courants opposés qui s'annulleront.

Dans l'explication primitive de Franz on ne voit pas bien comment les courants individuels transversaux qui naissent dans chaque feuillet peuvent s'ajouter longitudinalement sans se fermer chacun dans les feuillets contigus.

Les deux explications laissent donc de l'incertitude dans l'esprit.

Dans d'autres expériences Franz[1] avait opéré en chauffant le bord du plan de contact de deux cubes taillés de diverses façons par rapport au clivage principal. Il leur donna toutes les positions possibles l'un par rapport à l'autre et rechercha le sens des courants produits. Lorsqu'il employait des cubes dont certaines faces étaient obliques au clivage, l'*effet de pente* décrit ci-dessus venait dans chaque cube tantôt s'ajouter tantôt se soustraire à l'effet primordial produit entre les deux cubes, effet qui peut se résumer ainsi :

[1] Franz. *Pogg. Ann.*, 83, p. 374 (1851).
[2] Magnus. *Pogg. Ann.*, 83, p. 469 (1851).

Le cube dans lequel le clivage est parallèle au plan de contact est négatif par rapport à tout autre cube, et le cube dans lequel le clivage est perpendiculaire au plan de contact est positif par rapport à tout autre cube.

Matteucci[1], à propos de ses recherches sur la conductibilité du bismuth soumis à la compression a vérifié les résultats de Svanberg et de Franz. Il a aussi trouvé que le sens de l'effet Peltier confirmait les résultats de leurs expériences et que ses premières observations[2] et celles de Sturgeon s'expliquent par des défauts d'homogénéité de part et d'autres des points échauffés.

A notre connaissance et si l'on excepte quelques déviations galvanométriques indiquées par Franz, Matthiessen[2] est le seul qui jusqu'ici ait fait des *Mesures quantitatives* d'intensités de courants thermo-électriques sur le bismuth en tenant compte de sa cristallisation. Il a fait de même pour l'antimoine.

Ces mesures font partie d'un travail dans lequel il a établi l'échelle thermo-électrique d'un grand nombre de corps.

Elles ont été faites par la méthode suivante :

L'auteur comparait l'intensité d'un couple *bismuth-argent* à celle d'une chaîne thermo-électrique composée de cinq éléments *argentan-argent,* dont l'effet venait alternativement s'ajouter à ou se retrancher de celui du premier couple. Il mesurait les déviations sur un galvanomètre très sensible. Un morceau d'argent et le cristal de bismuth étaient serrés entre deux boîtes métalliques dont la première servait de soudure réunissant une extrémité

[1] Matteucci. *Ann. Phys. et Chim.*, 3e série, t. 43, p. 467 (1855).
[2] Matthiessen. *Pogg. Ann.*, t. 103, p. 412 (1858).

du cristal à une extrémité de l'argent, tandis que l'autre boîte était formée de deux moitiés séparées par un isolant. Chaque moitié de cette seconde boîte servait à recueillir le courant par les autres extrémités et du cristal et de l'argent.

L'une des boîtes était remplie d'huile chaude, l'autre d'eau froide; les soudures des chaînes de comparaison étaient logées dans les boîtes. Un commutateur permettait de les mettre tantôt en série tantôt en opposition avec le couple bismuth-argent.

Matthiessen a opéré avec quatre cristaux qu'il plaçait tantôt avec leur clivage || au plan de soudure (*position axiale*) tantôt avec leur clivage ⊥ (*position équatoriale*). Voici les facteurs qui expriment les intensités dans les deux positions chez les 4 cristaux de bismuth accouplés à l'argent :

cristal	1	*équatorial*	1,154
		axial	1,702
cristal	2	*équatorial*	1,075
		axial	1,499
	3	*équatorial*	1,012
		axial	1,442
	4	*équatorial*	1,240
		axial	1,661

Dans le tableau de la série thermo-électrique complète où les intensités sont rapportées au couple *cuivre-argent* = 1, les chiffres pour le bismuth cristallisé sont les suivants, entre 29° et 45° environ :

(||)	*axial*	—	24,59
(⊥)	*équatorial*	—	17,17

ce qui donne comme rapport $\frac{axial}{équatorial}$ 1,43

On verra plus loin que j'ai trouvé des rapports beaucoup plus forts.

Quant aux chiffres pour l'*antimoine*, Matthiessen donne :

(∥)	*axial*	+	6,96
(⊥)	*équatorial*	+	9,43
	rapport :	—	1,354

L'antimoine axial est moins positif, ou plus négatif que l'équatorial, comme Svanberg l'avait dit.

Rectifications et définitions.

Il y a dans le mémoire de Matthiessen tel qu'il est imprimé dans les Annales de Poggendorf des erreurs typographiques qui jettent de la confusion dans le sens des mots *axial* et *équatorial.*

Pour mettre d'accord avec la définition qu'il donne de ces termes (page 422) les résultats du tableau (pages 424-425) il faut rétablir ce dernier comme je l'ai fait plus haut dans le résumé pour les quatre cristaux.

Autrement le cristal 4 serait le seul donnant un résultat conforme à ceux de tous les autres auteurs, c'est-à-dire : force électromotrice plus grande pour l'axial que pour l'équatorial.

Une seconde cause de confusion c'est le fait que Matthiessen considère comme positif par rapport au suivant chaque terme de l'échelle, tandis qu'on a l'habitude de considérer l'échelle comme partant du plus négatif pour finir avec le plus positif[1]. J'ai aussi rétabli les signes habituels dans le résumé ci-dessus.

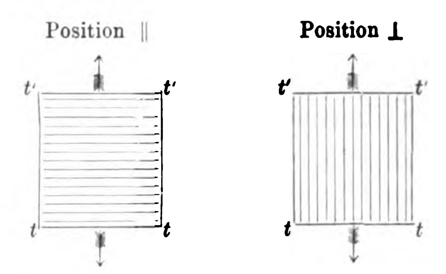
[1] Franz appelle positif le sens de droite à gauche dans les piles qu'il forme avec ses cubes. Le signe n'a donc rien d'absolu pour

Peut-être ces contradictions dans la terminologie se reproduisent-elles dans plusieurs traités de Physique. Je les ai rencontrées entre autres dans G. Wiedemann (parag. 589 de l'édition de 1874 de *Lehre vom Galvanismus, 1. Band* : axial y est pris comme équatorial et vice-versa).

Pour éviter toute équivoque, j'appellerai du signe || la position du cristal dans laquelle les faces de contact (soudures) sont parallèles au clivage ou perpendiculaires à l'axe principal. Le courant chemine alors dans le bismuth parallèlement à l'axe principal. Le signe || exprime donc deux parallélismes, celui du clivage au contact et celui du courant à l'axe.

Le signe ⊥ est appliqué à la position à angle droit sur la || .

Si l'on représente par des hachures la direction des feuillets de clivage dans une coupe à travers un prisme, par $t\ t$ et $t'\ t'$ les deux faces de soudure, et l'axe cristallographique par une flèche, on aura :



Voici la comparaison entre les terminologies des divers auteurs et la nouvelle notation proposée:

un cube de bismuth donné, lequel pourra être tantôt positif tantôt négatif selon qu'il est placé à droite ou à gauche dans les expériences de cet auteur.

	‖	⊥	
Svanberg	B	A	
Franz	équatoriale	axiale	(par rapp. au clivage).
Matteucci	axiale	équatoriale	
Matthiessen	axiale	équatoriale	
Signes relatifs habituels	—	+	
Signes relatifs dans Matthiessen	+	—	

IIme PARTIE

Préparation du bismuth cristallisé et taille des parallélipipèdes.

Voici dans quelles conditions j'obtins la matière de laquelle furent tirés les deux premiers parallélipipèdes de bismuth G et P.

Environ 600 grammes de bismuth furent placés dans un premier creuset fermé par un couvercle épais et enveloppé par un second creuset. Le tout fut maintenu, au sein d'un four Perrot, à la température rouge sombre pendant trois quart d'heure environ. Après avoir bouché les orifices du four au moyen d'écrans et en avoir fermé la bascule, on laissa le creuset se refroidir lentement au milieu de toutes les enveloppes qui l'entouraient.

Au défournement le culot de bismuth était légèrement recouvert d'une sorte d'émail jaunâtre mais l'oxydation était insignifiante. Le creuset fut cassé et le culot, en forme de cône émoussé, fut frappé sur sa pointe arrondie tournée vers le haut. Quelques coups de marteau partagèrent facilement le bloc, dans une direction oblique à son axe de figure, en trois morceaux. Le morceau médian était limité par deux belles surfaces de clivage planes et parallèles. C'est de cette partie que fut

tiré le prisme [1] G. Quant au prisme P il provenait d'un des fragments latéraux qui a pu être refendu nettement.

Les faces de clivage furent conservées pour bases des parallélipipèdes après avoir été un peu égalisées à la lime à cause des quelques feuillets dépassant la surface générale obtenue par le choc et des quelques autres arrachés en profondeur au-dessous de cette surface. Les faces perpendiculaires furent obtenues par sciage et dressées à la lime. A mesure que le trait de scie avançait, des éclats se détachaient extérieurement, Ces éclats mettaient constamment au jour des surfaces de clivage très nettes et parallèles les unes aux autres tout autour du prisme, de telle sorte qu'il était extrêmement probable que les feuillets se prolongeaient avec une grande régularité dans l'intérieur inexploré des parallélipipèdes. Cette sorte d'anatomie extérieure faisait présager que le milieu cristallin était homogène, ce qui fut confirmé par l'égalité des déviations produites au galvanomètre lorsqu'on retournait le prisme de 180°.

Cependant le prisme G était d'apparence un peu moins nette que P à cause de deux ou trois fentes qui pénétraient à une certaine profondeur et d'une petite cavité dans une des faces ||.

Dimensions de G $14^{mm}4$; $14^{mm}15$; $20^{mm}0$ densité à 18° 9,809
» de. P $9^{mm}47$; $10^{mm}7$; $19^{mm}5$ » » 9,848

Le premier culot a encore fourni un petit prisme qui est pointé sur le graphique sous la lettre γ. La structure

[1] Dans ce qui suit, j'emploierai indistinctement les mots *prisme* et *parallélipipède*.

générale de la région du culot dont il provenait n'était pas si régulière que celle de P et de G.

D'autres essais faits dans les mêmes conditions apparentes ont donné des culots beaucoup moins faciles à cliver. Le clivage obtenu en enfonçant des coins était orienté comme dans le premier culot par rapport à l'axe du creuset. Le clivage était brillant mais en escalier et les feuillets étaient bombés par places. De grandes portions étaient pétries de macles. Le seul petit prisme K a été taillé dans un fragment relativement plus homogène que le reste. Il mesurait environ 9^{mm}; 10^{mm}; 11^{mm} et sa densité était 9,920.

J'ai cherché si un refroidissement encore plus lent donnerait de meilleurs résultats. Grâce aux soins obligeants de M. Jules Michaud, directeur de la *Manufacture de poteries fines de Nyon (Vaud)*, j'ai pu faire fondre et refroidir plusieurs fois dans un four à poteries un culot de 600 à 650 grammes, en majeure partie formé de déchets du premier culot. Le creuset était fermé par un couvercle luté et avait été placé au centre d'une grande cazette remplie de sable. Il a dont été soumis à une longue caléfaction suivie d'un refroidissement très lent, tout en étant laissé dans une immobilité parfaite et à l'abri de l'oxydation.

La première fonte à Nyon a fourni un culot dans lequel des fentes ont été un peu difficiles à produire, mais qui s'est ensuite partagé exactement comme le culot dont furent tirés P et G. Un superbe morceau médian limité par des surfaces extrêmement nettes qu'il fut à peine nécessaire de limer.

J'en tirai le prisme M, qui mesura une fois achevé : M: $18^{mm}0$; $18^{mm}4$; $30^{mm}5$. densité 9,851.

Deux petits prismes furent taillés dans les fragments latéraux du même culot. L'un N avait les mêmes dimensions que P et une densité de 9,877. L'autre O mesurait 12^{mm}; 9^{mm}; $10^{mm},5$. Ces prismes ont donné des résultats qui dénotent des irrégularités de structure.

Une seconde fonte, à Nyon, dans les mêmes conditions apparentes que la précédente, donna un très mauvais culot maclé en tous sens. J'essayai d'en tirer deux petits prismes T et U très probablement maclés. Densité de U : 9,877.

Une troisième fonte, toujours dans les mêmes conditions a donné un clivage pas très facile, mais de très bonnes surfaces limitant un gros morceau dans lequel fut taillé A : $14^{mm},3$; $14^{mm},4$; $22^{mm},0$. Densité 9,887.

Le sciage pour A comme pour M a montré par les éclats que le clivage restait parallèle tout autour du prisme.

Tous les prismes ont été taillés par moi-même.

Les densités pour le premier culot étaient plus faibles que pour tous les autres. C'est aussi le premier culot qui était le moins compact et qui s'est fendu le plus facilement par le simple choc du marteau.

La densité moyenne du bismuth cristallisé en masse par fusion et lent refroidissement serait, d'après l'ensemble de mes déterminations, 9,867 à 18°.

Analyse du bismuth employé.

Le bismuth employé a été analysé par trois chimistes. Leurs trois rapports ont conclu qu'il était absolument pur. Des traces à peine appréciables de fer ont été signalées par deux des analystes. Elles peuvent être considérées comme des impuretés extérieures. (*A suivre.*)

LA RÉSONANCE MULTIPLE

DES

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES

PAR

L. DÉCOMBE

L'excitateur électrique a été l'objet des travaux les plus divers au double point de vue des méthodes employées et des résultats obtenus.

La question de la résonance multiple, en particulier, qui se lie intimement à celle du fonctionnement de l'excitateur, a fait le sujet de nombreuses recherches d'où il ne semble pas qu'une conclusion généralement acceptée soit encore sortie. L'excitateur se comporte-t-il comme un appareil producteur de radiations diverses formant une sorte de spectre continu, ce qui est le cas, en optique, d'une source de lumière blanche, ou bien, au contraire, n'émet-il qu'une radiation déterminée, comme le fait une source de lumière monochromatique ? Telle est la question posée.

Les méthodes indirectes dont on s'est servi jusqu'à présent pour essayer de la résoudre pouvant donner lieu à diverses critiques, je me suis proposé de leur substituer la méthode absolument directe qui consiste à dilater par

la rotation rapide d'un miroir concave l'image de l'étincelle explosive, comme l'a fait Feddersen, en 1863, pour l'étincelle de décharge des bouteilles de Leyde. Il mettait en évidence par ce moyen le caractère oscillatoire de la décharge. Les bords de l'image dilatée présentaient des alternances lumineuses très nettes qui correspondaient aux oscillations du courant.

Le phénomène pouvait être fixé sur une plaque sensible. De l'étendue d'une alternance mesurée avec soin on pouvait alors déduire la période de l'oscillation, une fois connue la vitesse de rotation du miroir et sa distance à la plaque sensible.

Avant d'indiquer les résultats auxquels je suis parvenu en appliquant cette méthode à l'étude de l'excitateur, il est utile d'entrer dans quelques détails au sujet des appareils et du dispositif de l'expérience.

L'Excitateur. J'ai reconnu la grande utilité de construire l'excitateur en trois parties distinctes et facilement séparables : le *condensateur*, le *circuit de décharge* et le *micromètre à étincelles.*

Le condensateur se compose de douze plaques de laiton ayant pour dimensions 157 mm. sur 289 et distantes de 2 centimètres. Les plaques impaires sont groupées électriquement au moyen d'une barre de laiton carrée dans laquelle sont fixées 6 lames courtes soudées aux plaques correspondantes. Une deuxième barre relie entre elles les plaques paires.

Le tout est plongé dans un bain d'huile contenu dans une cuve de grès.

Le circuit de décharge se compose de deux solénoïdes en fil de laiton épais de 4 mm. Ces deux solénoïdes sont disposés parallèlement. Deux de leurs extrémités commu-

niquent avec le micromètre à étincelles ; les deux autres sont reliées avec les barres du condensateur. Le micromètre à étincelles est porté à la partie inférieure d'une plaque d'ébonite qui sert de couvercle à un vase de Bohême contenant de l'huile de vaseline. C'est donc au milieu de ce liquide qu'a lieu l'étincelle explosive. Les deux sphères du micromètre sont en laiton. La sphère inférieure est fixe ; l'autre est portée à l'extrémité d'une vis de laiton dont la tête est en ébonite.

Le micromètre a été construit de telle sorte que l'étincelle éclate le plus près possible de la paroi de verre, afin de diminuer l'épaisseur liquide que la lumière doit traverser.

Dispositif de l'expérience.

Pour que le phénomène oscillatoire dont l'étincelle est le siège puisse être analysé par la rotation du miroir il faut que l'image de l'étincelle se déplace sur la plaque photographique d'une quantité au moins égale à sa propre largeur ε' pendant la durée d'une demi-oscillation.

La réalisation de cette condition dépend à la fois de la vitesse angulaire ω du miroir et du rapport $\frac{\varepsilon'}{f}$, f désignant la distance du miroir à la plaque sensible. Pour de très courtes oscillations il faudra prendre ω très grand et $\frac{\varepsilon'}{f}$ très petit.

On ne peut pas augmenter indéfiniment la vitesse du miroir. La plus grande valeur qu'elle puisse atteindre est déterminée par la résistance à la rupture des pièces tournantes. Pratiquement et, par mesure de précaution,

on doit donner à ω une valeur ω_1 notablement inférieure à cette valeur critique.

Pour réduire $\frac{\varepsilon'}{f}$ j'ai employé le dispositif suivant : L'étincelle explosive est située dans le plan focal d'une lentille collimatrice de foyer F. Les rayons parallèles qui émanent de cette lentille tombent sur le miroir et viennent former leur image dans le plan focal de celui-ci, en i'.

Si nous désignons par ω la largeur du trait de feu qui constitue l'étincelle explosive, nous avons :

$$\frac{\varepsilon'}{f} = \frac{\varepsilon}{F} \qquad (1)$$

Ainsi, on peut toujours prendre F assez grand pour que $\frac{\varepsilon'}{f}$ soit aussi petit que l'on veut, et cela, *sans affaiblir l'intensité de l'image* i' ; car si, d'un côté, la quantité de rayons qui contribuent à la formation de l'image est proportionnelle à $\frac{1}{F^2}$, d'un autre côté, sa surface varie proportionnellement à ε'^2, c'est-à-dire à $\frac{1}{F^2}$, puisque l'on a, à cause de (1) :

$$\varepsilon'^2 = \varepsilon^2 f^2 \times \frac{1}{F^2}.$$

L'éclairement de l'image par unité de surface est donc indépendant de F.

On vérifie aussi aisément la proposition suivante : On peut, *sans altérer le rapport* $\frac{\varepsilon'}{f}$, rendre l'intensité lumineuse de l'image aussi grande qu'on le désire en diminuant suffisamment la distance focale f du miroir.

Ces considérations permettent de fixer les conditions de l'expérience : on prendra une lentille collimatrice d'assez long foyer pour que la dissociation soit possible ; en même temps on donnera au miroir une distance focale assez petite pour que l'image de l'étincelle soit capable d'impressionner une plaque sensible.

Le Miroir tournant. L'appareil tournant dont je me suis servi a été construit par Froment. Il est essentiellement formé d'une monture d'acier portée par un axe vertical de même métal. La forme extérieure de la monture est celle d'une surface sphérique ou plus exactement d'une portion de surface sphérique comprise entre

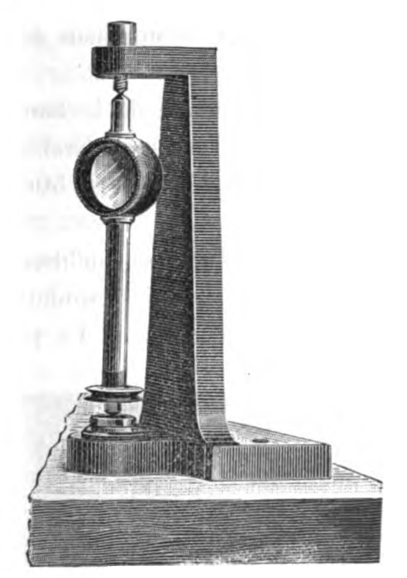


Fig. 1.

deux plans sécants parallèles situés de part et d'autre du centre de la sphère. La résistance opposée par l'air à la rotation est ainsi notablement diminuée.

Le miroir est en verre épais de 3 mm. environ. L'une de ses faces est concave; l'autre est plane et recouverte d'un vernis noir. L'axe est supporté par une crapaudine qui sert en même temps de graisseur ; à sa partie supérieure il est terminé en pointe; celle-ci est reçue dans une cavité de forme conique pratiquée à la partie inférieure d'une vis verticale fixée dans le bâti en fonte.

Une petite poulie de laiton, *chaussée* sur l'axe, transmet à celui-ci la rotation trés rapide qu'elle reçoit.

La multiplication de vitesse, à partir du moteur, est obtenue par un système convenable d'engrenages et de poulies ; elle est de 100 environ.

Le moteur employé est un moteur électrique Limb, à induit denté, d'une puissance nominale de 440 watts et excité en dérivation.

La vitesse du miroir, déduite de la hauteur du *son d'axe*, peut atteindre des valeurs considérables. Elle était généralement comprise entre 400 et 500 tours par seconde.

Conduite de l'expérience. Toute les conditions étant réalisées, on lance le miroir à la vitesse voulue et l'on fait entrer l'excitateur en fontionnement. La pièce, où l'on

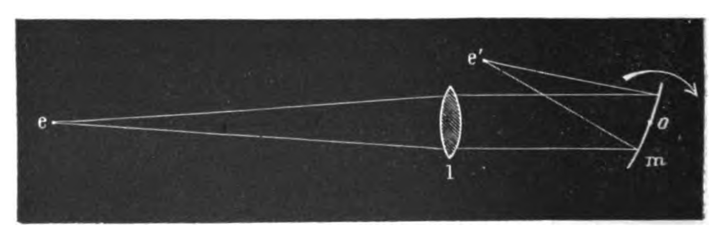


Fig. 2.

opère n'est éclairée que par une faible lumière rouge. L'observateur se place derrière la plaque et attend qu'une

étincelle éclate dans une position du miroir qui permette aux rayons réfléchis de tomber sur celle-ci ; il voit alors apparaître une traînée lumineuse; c'est l'image dilatée de l'étincelle.

On développe dans un bain révélateur puissant.

Résultats. Si l'épreuve est bonne et si la période n'est pas trop petite, on peut distinguer très nettement les oscillations à la simple vue. Leur mesure se fait à la machine à diviser.

Le nombre d'oscillations que présente une seule étincelle dépend pour une période donnée de la capacité de l'excitateur. On a pu en compter jusqu'à quatorze dans la même décharge.

Il n'est pas nécessaire de regarder longtemps une de ces épreuves pour se convaincre que toutes les oscillations d'une même décharge sont sensiblement égales, et par suite, *qu'il existe une période parfaitement déterminée pour chaque excitateur*.

Il faut donc renoncer à l'hypothèse du spectre continu. Il faut également rejeter l'ingénieuse explication proposée par M. Swyngedauw[1] et d'après laquelle, grâce à l'échauffement dû à l'étincelle, il y aurait dans la même décharge, une série d'oscillations de périodes décroissantes depuis $T_0 = \infty$ jusqu'à la valeur limite

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Les épreuves que j'ai obtenues ne confirment pas cette manière de voir.

Ceci ne doit pas surprendre. A supposer, en effet, que

[1] Swyngedauw. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXXIV, p. 556 ; 1897.

l'échauffement de l'étincelle ait pour effet de diminuer rapidement sa résistance, il ne faut pas oublier que Feddersen a montré expérimentalement l'indépendance de la période par rapport à la résistance, et cela dans des limites très étendues (*Ann. de Chim. et de Phys.* 3e Série, t. LXIX, p. 178).

La seule explication possible de la résonance multiple est donc celle proposée par MM. Poincaré[1] et Bjerknes[2] et reposant sur des considérations d'amortissement qu'ils ont été les premiers à introduire dans la question et que l'expérience a d'ailleurs vérifiées[3].

Paris, le 15 avril 1898.

[1] Poincaré. *Archives des Sc. phys. et nat.* t. XXV, p. 609; 1891.

[2] Bjerknes. *Wied. Ann.* t. XLIV, p. 92; 1891.

[3] Bjerknes; loc. cit. p. 74.

APPAREIL

POUR LA

DÉTERMINATION DU POINT DE FUSION

PAR

L.-N. VANDEVYVER
répétiteur à l'Université de Gand.

Par définition, on prend pour la température de fusion d'un corps, celle où commence le passage de ce corps de l'état solide à l'état liquide.

La détermination de ce point qui, à priori, semble très simple est, en réalité, assez délicate. Du reste, en consultant les tables données par différents auteurs, on constate des écarts parfois assez grands entre les températures de fusion d'une même substance. Cela tient surtout à ce que le changement d'état dont il s'agit est souvent mal déterminé, et dès lors, ce phénomène ne se produisant pas entre des limites très restreintes de température, il devient difficile de discerner à quel degré commence la fusion.

Le procédé classique consiste à noter la température à laquelle commence la fusion d'un fragment de substance introduit dans un tube effilé placé à côté d'un thermomètre, le tout étant plongé dans un liquide que l'on chauffe progressivement.

On juge ici par différence d'aspect de la substance au moment de la fusion.

Ce procédé, bien que délicat, donne de bons résultats

lorsqu'il s'agit d'un corps pur, mais, si l'on est obligé de déterminer le point de fusion d'une substance plus ou moins hétérogène, d'un mélange, etc., il se peut que l'une ou l'autre des parties qui constituent le corps fonde ou tende à fondre en premier lieu ; le phénomène devient dès lors diffus, et la méthode est quasi impraticable.

D'autres procédés nombreux ont été préconisés :

Pohl et *Bergsmann* observent l'instant où disparaît l'opacité d'une mince couche du corps. C'est là encore une méthode restrictive.

On peut aussi noter l'instant de la fusion d'une particule de la substance déposée sur un bain de mercure partiellement couvert d'un entonnoir.

Rudorff[1] entoure le réservoir thermométrique d'une mince couche de substance et élève ensuite sa température dans un bain d'air ou de liquide chauffé.

Terreil[2] tâche de saisir l'instant de la fusion d'une parcelle de substance déposée sur le réservoir d'un thermomètre que l'on chauffe à distance au-dessus d'un bec de gaz.

Bouis[3] coule la substance à des niveaux différents dans un tube coudé étroit et il détermine la température à laquelle la fluidité est assez grande pour que les surfaces se mettent de niveau.

Wismmel[4] ferme un tube à sa partie inférieure par un bouchon de la substance, puis il chauffe dans un vase plein d'eau, jusqu'au moment où le bouchon remonte sous l'effet de la pression du liquide, etc.

[1] *Pogg. Ann.*, CXL 1871. *Journ. de Phys.* (I. 264).
[2] *Bull. Soc. Chim.*, 1879.
[3] *Ann. de Chim. et de Pharm.*, t. XLIV.
[4] *Pogg. Ann.*, CXXXIII.

L'expérience prouve que chacun de ces procédés peut donner à un même opérateur et pour une même substance, des écarts allant jusqu'à 3 et 4 degrés.

Pour restreindre les causes d'erreur, *Himly*[1] a cherché à être averti automatiquement de l'instant de la fusion, et il a imaginé le procédé électrique qui porte son nom.

Par deux fois, j'ai moi-même[2] simplifié ce procédé; mais il est des cas où ces modes opératoires sont encore défectueux; si, par exemple, on a affaire à un corps qui s'écaille en se refroidissant, on est obligé de renforcer la couche de la substance à fondre, et, suivant la viscosité du corps, ce dernier adhère plus ou moins au thermomètre ou à la tige et retarde le passage du courant, d'où des écarts qui atteignent parfois plusieurs degrés.

J'ai cherché à déterminer le point de fusion en me rapprochant davantage de la définition que l'on s'est imposée et je crois avoir fait faire un pas à la question.

J'ai admis que la température de fusion est atteinte, à l'instant où l'échantillon passant de l'état solide à l'état liquide, *laisse une trace de ce changement* sur l'objet qui lui sert d'appui.

A D C M F

Fig. I.

Voici l'appareil à l'aide duquel j'opère :

Il se compose d'une tige AB (fig. 1) garnie vers sa partie inférieure d'un anneau C sur lequel peut glisser un second anneau à rebord D.

Entre les deux anneaux se place une rondelle de papier

[1] *Pogg. Ann.*, CLX.

[2] Exercices prat. de Physique 1893. Hoste. Gand. pag. 104. — *Rev. de Chim. Analyt.* Paris, tom. V. n° 6, 1897.



à filtrer blanc sur laquelle on dépose une parcelle de la substance donnée.

La tige se termine en B par un petit miroir M, qui fait avec elle un angle de 135°.

La partie supérieure de la tige est maintenue dans un bouchon fermant une grande éprouvette; un thermomètre T suffisamment sensible est placé dans le voisinage immédiat du corps. L'éprouvette est plongée dans un vase V. (fig. 2), contenant, suivant le cas, de l'eau ou de la glycérine, ou de la paraffine, etc., que l'on chauffe et que l'on maintient en mouvement à l'aide d'un agitateur R.

Si l'on opère avec l'eau, il est bon de terminer l'agitateur par une petite brosse douce S, permettant de faire disparaître les bulles d'air qui, en se fixant à l'éprouvette ou au vase, gêneraient l'observateur.

Fig. 2.

Pour l'observation, on dispose donc l'appareil comme l'indique la figure 2, en se plaçant, autant que possible, devant une fenêtre bien éclairée. On chauffe lentement le liquide du vase V, en tenant l'œil en face du miroir. L'instant de la fusion est marqué très nettement par la tache qui se forme sur le papier et qui est réfléchie par le miroir.

J'ai fait un grand nombre d'essais sur différentes substances, et toujours les résultats obtenus étaient concordants entre eux. Les écarts maximum étaient de 0°,1 C., résultat qu'il n'est guère possible d'atteindre avec n'importe quelle autre méthode.

Dans le cas où la substance sur laquelle on opère fait tache sur le papier à filtrer à la température ordinaire, on remplace le papier par un morceau de verre mat ou mieux de verre douci, et le changement d'état devient alors très caractéristique.

Il va de soi que si le corps fond à une température très peu élevée, on peut le refroidir ou même le solidifier avant de commencer l'opération.

Pour le cas où les températures sont assez élevées, on remplace le miroir ordinaire par un miroir métallique.

RECHERCHES

SUR LE

VERSANT SUD-EST

DU

MASSIF DU MONT-BLANC

PAR

Francis PEARCE

Assistant au laboratoire de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Genève.

(Suite [1]*.)*

DEUXIÈME PARTIE

Les porphyres quartzifères du Val Ferret suisse.

§ I. Historique, les porphyres, leur disposition générale et leurs contacts avec la protogine et les terrains sédimentaires.

Les schistes cristallins, ou les terrains sédimentaires, qui flanquent le massif du Mont-Blanc et reposent directement sur la protogine, font place dans le Val Ferret suisse, à partir du col des Grépillons, à un complexe de roches variées, parmi lesquelles on distingue surtout des porphyres quartzifères et des schistes micacés ou amphiboliques. Sur ces roches viennent alors s'appuyer les

[1] Voir *Archives*, t. VI, juillet 1898, p. 56.

terrains sédimentaires triasiques ou liasiques du synclinal du Val Ferret.

Les porphyres quartzifères forment une bande continue, qui longe le massif du Mont-Blanc, sur toute l'étendue du Val Ferret suisse et se retrouve plus loin, à la Montagne de la Saxe et au Mont-Chétif, qui doivent comme nous le verrons, être rattachés au massif du Mont-Blanc.

Cette structure particulière du Mont-Blanc, dans cette région du Val Ferret, a déjà été signalée depuis longtemps; Favre[1], à propos de la coupe de la Maya, mentionne une roche granitique, formée d'un mélange imparfait de quartz et de feldspath, rappelant le porphyre de la base du Montanvert. Il signale aussi dans cette région, l'absence de schistes cristallins, qui plus au nord, au Catogne et au Mont-Chemin sont fort développés. Au Catogne même, ces schistes renferment des bancs d'une protogine porphyroïde grisâtre, qui n'est autre chose que du porphyre quartzifère.

Gerlach[2] donne du Val Ferret suisse une description beaucoup plus exacte et plus détaillée. Depuis le col des Grépillons jusqu'à Vence, il a reconnu l'existence d'une bande de roches porphyriques, qui longe le massif granitique et qui mesure 21 kil. de longueur sur un kil. de largeur environ.

Ces roches porphyriques offrent, d'après lui, des structures variées, voire même gneissiques; elles renferment souvent des cristaux de première consolidation, qui sont du quartz, du feldspath, de la chlorite et du mica noir.

[1] Favre. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du Mont-Blanc.

[2] Das südwestliche Wallis. *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, IX, 1871.

Ces roches porphyriques traversent des roches micacées ou amphiboliques et d'après Gerlach, elles passent localement à un granit à grain moyen. Dans le Val Ferret, les bancs du porphyre plongent au nord-ouest.

M. Græff[1] a récemment repris l'étude de ces roches porphyriques au sujet du Mont-Catogne. Il distingue dans cette montagne quatre zones successives, qui sont les suivantes, en allant de l'est à l'ouest.

1° Une zone de sédiments formant la partie orientale de la montagne.

2° Une zone orientale de schistes cristallins.

3° Une zone formée par la protogine.

4° Une zone occidentale de schistes cristallins.

Cette dernière est sans importance au Catogne, étant couverte presque totalement par l'erratique.

La zone orientale des schistes cristallins est formée d'après Græff, à peu près en parties égales de roches cristallines schisteuses et de quartzporphyres, qui traversent les premières sous forme de filons plus ou moins épais. On y trouve aussi des roches filoniennes massives ou schisteuses, qui sont des diorites ou des syénites, ou bien encore des filons finement grenus d'aplites, puis enfin certaines roches exceptionnellement riches en mica noir, qui renferment aussi de l'augite et qui rappellent les minettes.

Les quartzporphyres eux-mêmes, d'aspect varié renferment principalement du quartz, comme aussi de l'orthose et du plagioclase. La pâte est granophyrique et plus rarement microgranitique.

[1] F. Græff. Geologische und petrographische Studien in der Mont-Blanc-Gruppe. *Ber. der. Natur. Gesells. zu Freiburg in B.* IX, 2.

Quant aux schistes cristallins, ils sont variés, en général riches en biotite et d'habitude hornfelsitiques.

Nous avons repris l'étude détaillée de la région du Val Ferret suisse, au point de vue cartographique, comme aussi au point de vue pétrographique, et au cours de nos excursions pendant les étés 1896 et 1897, nous avons récolté un matériel considérable destiné à une étude complète de ces formations intéressantes.

Ce chapitre sera consacré à l'étude des quartzporphyres du Val Ferret et des roches analogues, qui à la Montagne de la Saxe et au Mont-Chétif, en sont la continuation directe. Quant aux schistes cristallins qui se rencontrent en intercalations dans les porphyres, nous les examinerons dans la troisième partie de ce travail.

Nous allons tout d'abord définir exactement la position de la ligne de contact des porphyres avec la protogine. Au Catogne, d'après M. Græff, cette ligne de contact passe à partir de la localité dite « le Clou », au-dessous de Plan Folliat, au point coté 1934 m. De là elle tourne et s'abaisse dans la vallée de Champex, où elle disparaît sous l'erratique, à peu près vis-à-vis de Champex d'En Haut. Depuis le vallon de Champex, nous avons suivi le contact par la Breya, celui-ci se trouve un peu au-dessous de ce sommet; puis de là il descend dans la combe d'Orny, près de l'endroit où le sentier coupe le torrent. Le contact passe alors dans l'arête du Châtelet, un peu au-dessus du col de ce nom; de là autant que l'on en peut juger, il semble s'abaisser jusque près de l'extrémité du vallon de Saleinaz, pour remonter ensuite à la Tenadaz.

Le contact se retrouve ensuite sous le sommet de Treutz-Bouc, se poursuit jusqu'aux Six-Niers, par l'ex-

trémité du vallon de Treutz-Bouc et arrive ainsi jusqu'à l'entrée de la combe du glacier de la Neuvaz. De l'autre côte de ce vallon, la ligne de contact remonte brusquement jusqu'au sommet de la Maya, elle se laisse suivre dans les roches moutonnées au-dessous du glacier du Mont-Dolent, et aboutit ensuite dans l'arête des Grépillons près du premier sommet. Le col des Grépillons est dominé lui-même par des parois abruptes de porphyre sur lesquelles viennent se plaquer quelques dalles sédimentaires.

A partir du col des Grépillons, la bande des roches porphyriques cesse brusquement et du hameau de Pré-de-Bar, jusqu'à une faible distance de Praz-Sec, la protogine montre des parois abruptes qui dominent directement la vallée de la Droire. Depuis Praz-Sec jusqu'au Mont-Fréty, les couches sédimentaires mézozoïques viennent s'appuyer contre la protogine, et ce n'est que sur la rive droite du glacier de la Brenva, que réapparaissent les schistes cristallins.

La véritable continuation de la zone de microgranulites du Val Ferret, doit être recherchée comme nous le verrons sur le versant méridional de la Montagne de la Saxe et du Mont-Chétif. Les quartzporphyres s'y présentent en effet avec des caractères identiques, ils y sont néanmoins plus fortement laminés.

Examinons maintenant quelle est la structure et la disposition des porphyres, telle que l'on peut l'observer dans les parois abruptes qui dominent le Val Ferret. Nous décrirons ici une série de profils faits dans cette région. Les courses dans cet endroit sont particulièrement difficiles, et il est souvent impossible de suivre un profil dans une direction déterminée. Nous avons cepen-

dant multiplié les excursions afin d'arriver à une solution et de rechercher les relations des quartzporphyres avec la protogine et leur contact avec les terrains sédimentaires.

Coupe de Champex à la Breya.

On peut faire une excellente coupe de la montagne de Breya, en gravissant les pentes du versant sud-est. On traverse d'abord quelques éboulis de nature porphyrique, puis on arrive sur des roches porphyriques (614, 615[1]) grisâtres, d'aspect felsitique, et dont la première consolidation paraît être assez développée.

Ces roches sont suivies par un mince banc d'amphibolites (616), de couleur grisâtre, auquel succèdent des porphyres (617), puis des micaschistes (618,619), très riches en mica noir. Après ceux-ci l'on rencontre de nouveau des amphibolites compactes (620), qui font bientôt place à des porphyres (621 et 621 bis), après lesquels on retrouve de nouveau des micaschistes (622), d'aspect très felsitique. De là on arrive sur l'épaulement de la Breya sur lequel on trouve de nouveau des porphyres (623, 624) ; on gagne ensuite le contact des porphyres avec la protogine. Celui-ci se fait par l'intermédiaire de schistes micacés (625), reposant au point observé sur de la granulite, qui perce du reste en de nombreux points la protogine de cette partie du massif.

En résumé la Breya est en majorité formée de porphyres, avec des intercalations de micaschistes et d'amphibolites.

[1] Nous donnerons ici les numéros des échantillons, dont on trouvera la monographie ci-après.

Coupes du Châtelet.

Nous avons fait dans cette montagne deux coupes, l'une par l'arête N.-E. et le sommet, l'autre par la base des roches du versant S.-O.

1° *Coupe passant par l'arête N.-E. et le sommet du Châtelet.*

De Champex on suit le chemin ordinaire qui conduit à la combe d'Orny, jusqu'à l'endroit où le sentier traverse le torrent d'Orny, où l'on trouve des schistes séricitiques et quartzeux (647), qui pourraient aussi fort bien être des microgranulites très écrasées et séricitisées. De ce point en se dirigeant vers l'est, on gagne l'arête N.-E. du Châtelet, par laquelle se fait l'ascension.

On rencontre d'abord des porphyres de couleur grisâtre claire (648), à structure globulaire dominante, puis des roches analogues, d'un type à pâte microgranulitique (649), mais fortement laminées, qui sont suivies un peu plus haut par des schistes à séricite (650). Près de ce point, l'arête devenant trop escarpée pour en continuer l'ascension, on gagne le versant nord de la montagne, où l'on trouve en premier lieu, un porphyre (651), d'un type microgranulitique, très compact, et de couleur blanche.

En escaladant les rochers qui conduisent au sommet, on ne rencontre que des variétés de porphyres, plus ou moins riches en mica noir ; le sommet même du Châtelet est formé de bancs puissants de porphyre, qui sont suivis par une roche porphyrique (653), très laminée, de couleur grisâtre et dans laquelle le mica noir étiré dessine

de fines lignes parallèles. Si l'on continue à avancer sur l'arête N.-O., qui relie le Châtelet à la pointe des Chevrettes, l'on trouve ensuite une microgranulite (654), très altérée et fortement écrasée, assez riche en mica noir, et rappelant des micaschistes cornéens. Puis on rencontre des porphyres (655) plus ou moins altérés et toujours très dynamométamorphosés, auxquels succèdent près du contact avec la protogine, des roches schisteuses (656, 657), d'aspect cornéen, de couleur grisâtre et qui englobent au contact même avec le granit des cailloux roulés de granulite filonienne, en tout semblable à celle qui perce en de nombreux points l'arête des Chevrettes.

Les couches schisteuses plongent au S.-E. et s'appuyent sur la protogine, avec une manifeste discordance angulaire sur les bancs lités de celle-ci.

2° *Coupe du Châtelet, par la base des rochers du flanc S.-O.*

La coupe sur le flanc S.-O. du Châtelet, qui se fait en suivant la base des rochers de la rive gauche du vallon de Saleinaz, permet d'examiner fort bien la disposition des porphyres et leur contact avec la protogine. Celui-ci se trouve à peu près vis-à-vis du point où le sentier conduisant à la cabane de Saleinaz traverse le torrent. Ce contact est franc, le porphyre de couleur claire, et à première consolidation bien développée repose sur le granit à grain fin, typique pour cette région. Puis viennent ensuite une série de roches porphyriques, accusant à des degrés divers des actions dynamiques assez intenses, quelques-unes même ont pris une structure grossièrement

schisteuse. Dans ces porphyres l'abondance en mica noir est aussi très variable. Il est à remarquer que les intercalations schisteuses qui sont parfois très fréquentes en d'autres points de la zone des porphyres, sont ici très rares et de très petite épaisseur et paraissent se résoudre quelquefois en des bancs de roches porphyriques exceptionnellement riches en mica vert.

Coupe par le vallon de Planereuse.

Nous avons fait cette coupe, en partant du vallon de Saleinaz, pour gagner ensuite la Tenadaz et de là, pénétrer dans le vallon de Planereuse. Après avoir quitté le point coté 1496 m., l'on remonte par Trois-Torrents sur des pentes de gazon ou d'éboulis, où l'on trouve d'abord la protogine, entrecoupée de filons de granulite, puis en avançant dans la direction du Sud, on arrive au contact des porphyres avec la protogine; il se fait par l'intermédiaire de schistes cristallins granulitisés (694, 695). La Tenadaz elle-même est recouverte de pâturages, où l'on peut voir par-ci par-là quelques rares bancs de porphyres et de micaschistes ; de là on peut facilement arriver au-dessous du glacier de Planereuse. Le contact des porphyres avec la protogine qui doit se faire dans cette région est masqué soit par des éboulis, soit par des gazons, cependant en descendant le vallon on trouve près des chalets un banc de schistes, très micacés et noirâtres (697), encaissé d'un côté par de la granulite (696) et de l'autre par du porphyre. A la Tenadaz on rencontre des bancs schisteux qui semblent être le prolongement de ceux de Planereuse.

Plus bas l'on retrouve encore à trois reprises des

bancs schisteux intercalés dans le porphyre, qui supportent à leur tour les terrains sédimentaires.

Coupe du glacier de Treutz-Bouc, à la Seiloz.

Nous avons fait cette coupe en descendant du col de Crête-Sèche sur le hameau de la Seiloz. L'arête entière qui lie le col de Crête-Sèche à la sommité de Treutz-Bouc, ainsi que cette dernière est en protogine. Si on longe la base des parois, on voit que la protogine est suivie d'une roche (685), qui semble être un porphyre très laminé et séricitisé, un peu plus bas on arrive sur des micaschistes (689), puis en descendant la paroi de rochers qui domine la Seiloz, on traverse une série de bancs de porphyre (690, 691), variant souvent de grain et de couleur. Contre le pied de la paroi viennent alors s'appuyer les terrains quaternaires ou des lambeaux de lias.

Les Six-Niers.

Au-dessus de l'Amone, les Six-Niers forment une paroi abrupte de porphyres, dans laquelle se trouvent intercalés soit des amphibolites, soit des schistes cristallins. Sur celle-ci repose un conglomérat à ciment calcaire et formé de cailloux roulés de granit, de granulite, de porphyre quartzifère ou d'amphibolite, ce conglomérat supporte alors à son tour les terrains sédimentaires. Au pied de la paroi se trouvent de grands éboulis formés surtout de blocs de microgranulite ou d'amphibolites.

Sur le flanc des Six-Niers, regardant le vallon de la Neuvaz, on voit que les porphyres reposent sur une protogine criblée en cet endroit de filons de granulite. Au

contact même on a (757), qui est une microgranulite à pâte très fine et dont les grands cristaux sont feldspathiques ; celle-ci passe par places à un microgranite.

La Maya.

1° *Profil allant de la Combe des Fonds au sommet de La Maya.*

On peut relever ce profil en montant directement au sommet de la Maya par les pentes gazonnées assez raides, souvent entrecoupées de rochers qui forment la face sud-est de la montagne.

Le large plateau gazonné qui se trouve au pied de la Maya est constitué par des terrains sédimentaires liasiques et jurassiques, auxquels succède bientôt un conglomérat formé par des cailloux roulés de porphyre, de granulite et de protogine, sous lequel se trouve placé le porphyre (705). Ce dernier est bientôt suivi par des roches schisteuses vertes, riches en mica noir et chlorite (706); l'on a ensuite une série de bancs de schistes micacés (707, 708, 709), plus ou moins imprégnés par de la granulite.

Sur l'arête du sommet de la montagne on trouve successivement : un premier banc d'amphibolites feldspathiques (710), puis des micaschistes granutilisés (711), auxquels succède un beau banc d'amphibolites feldspathiques (712), un filon d'un porphyre grisâtre, compact et largement cristallisé, fait suite à ces amphibolites. Enfin, à quelques mètres de là, un peu en arrière du sommet de la Maya, se trouve la roche granitique, qui est du type commun à celui qui s'observe dans tout le flanc sud-est du massif du Mont-Blanc.

2° Profil levé à la base des parois terminant le vallon de La Neuvaz.

Nous avons relevé dans ces parois, pendant les années 1896 et 1897, deux profils : le dernier, très complet, nous montre l'existence de roches très variées, qui y forment des bancs plusieurs fois répétés. Ces roches sont : 1° des porphyres quartzifères, 2° des granulites filoniennes, 3° des micaschistes et 4° des amphibolites. Les roches cristallines sont tantôt franches, tantôt fortement injectées par de la granulite. Les bancs ou les filons sont, en général, très minces et en très grand nombre.

Arête des Grépillons.

L'état des lieux ne permet guère de lever un bon profil de cette région ; si l'on veut y étudier la disposition des porphyres il faut, du col des Grépillons, escalader l'arête qui se dirige du nord au sud, et qui chemine, par conséquent, à peu près parallèlement à l'axe du massif du Mont-Blanc.

En quittant le col, on marche d'abord sur des roches moutonnées, situées au pied de la face ouest de l'arête et qui sont formées par de la protogine à grain fin, criblée de filons de granulite.

Sur l'arête elle-même, on observe des porphyres qui, comme à la Maya, présentent des intercalations de schistes cristallins, d'amphibolites et de granulites.

Les porphyres et les roches cristallines et éruptives qui les accompagnent paraissent ici recouvrir le culot de pro-

togine; en effet, si on lève un profil parallèle au précédent, sur les roches moutonnées dominant la partie inférieure du glacier de Pré-de-Bar, on n'y retrouve plus aucun filon de porphyre, mais seulement de la protogine traversée par de nombreux et puissants filons de granulites.

Sur la face est de l'arête, nous avons cherché à dresser un profil coupant normalement les bancs de porphyre; nous y sommes parvenus en escaladant les rochers qui forment ce versant de l'arête, mais, à cause de la difficulté d'accès, nous n'avons pu arriver jusqu'au contact même de la protogine avec les quartzporphyres.

En montant directement au-dessus du point coté 2288 mètres, situé sur le chemin du col des Grépillons, on trouve, au-dessous des schistes noirs du lias, des bancs de porphyre (899, 900, 901) plus ou moins laminés, auxquels succède alors un schiste fortement granulitisé et riche en mica noir et chlorite (902, 903) il est suivi à son tour par des filons d'un porphyre très compact (904, 905) de couleur blanche ou grise.

Après ces filons on retrouve encore un banc de micaschiste granulitisé (906) de couleur vert foncé, puis, un peu plus haut, des schistes chloriteux (907) très fortement granutilisés qui font place bientôt à un beau filon de granulite blanche (909). Dans les rochers dominant le glacier du Mont-Dolent on trouve de puissants filons de porphyres très compacts.

Ainsi que le montrent les coupes précédentes, la structure du massif de quartzporphyres n'est point absolument homogène. Cette formation est fréquemment entrecoupée par des bancs de schistes cristallins, micacés, amphiboli-

ques, chloriteux ou séricitiques, et par des filons de granulite qui traversent les schistes en les granutilisant[1].

En certains endroits comme, par exemple, à la Maya ou au Catogne, ces filons de granulite sont extrêmement nombreux; leurs dimensions sont, du reste, très variables, souvent ils n'atteignent que un ou deux mètres d'épaisseur, mais peuvent être aussi beaucoup plus considérables. Ainsi, au Catogne, on trouve un filon de granulite qui constitue une grande partie de l'arête qui part de la croix du Bonhomme pour se terminer à l'extrémité du vallon de Champex.

L'abondance ainsi que l'importance des bancs schisteux sont aussi très variables selon la région; ces schistes, relativement rares dans la plupart des montagnes porphyriques du Val Ferret, sont très abondants au Catogne où ils égalent en quantité les quartzporphyres, ainsi que l'a déjà fait observer M. Graeff.

Les porphyres traversent généralement les schistes en filons, sans les modifier en aucune façon, en quelque sorte à l'emporte-pièce, et l'on voit souvent, en particulier au Catogne, de minces filons de porphyre, de couleur claire et de quelques centimètres à peine intercalés entre des rubans de schistes cristallins. D'autres fois il paraît exister, dans les schistes cristallins, une sorte d'injection plus ou moins intense de la roche porphyrique.

[1] Il ne nous a pas été possible de déterminer si les filons de porphyres sont antérieurs ou postérieurs aux filons aplitiques. Nous n'avons jamais vu ces filons se couper; il nous paraissent parallèles les uns aux autres. Mais comme les porphyres passent souvent dans des schistes fortement injectés par de la granulite, on pourrait déduire de ce fait que la venue des porphyres est postérieure à celle de la granulite.

Les porphyres quartzifères, qui sont généralement de couleur claire, se chargent souvent d'une très grande abondance de mica noir qui communique à la roche une coloration vert foncé. Dans quelques cas, au Châtelet par exemple, on peut observer que ces bancs de porphyres riches en mica, alternent d'une façon assez régulière avec des microgranulites franches.

Le mica noir se dispose en traînées ou en petits amas formés d'une multitude de petites paillettes enchevêtrées les unes dans les autres; ce n'est que très rarement que l'on observe la biotite en fragments isolés.

En outre, on trouve souvent dans les porphyres, comme aussi dans les granulites qui les accompagnent, une biotite présentant un polychroïsme dans les tons : *ng* brun rouge, *np* jaunâtre, et offrant des caractères optiques absolument semblables à ceux du mica de certains schistes intercalés dans les quartzporphyres et des micaschistes de l'arête du Brouillard.

Examinons, maintenant, la manière dont ces porphyres entrent en contact, avec la protogine d'une part et avec la zone sédimentaire du Val Ferret suisse de l'autre.

En thèse générale, la protogine, dans le voisinage des porphyres, diminue considérablement de grain, devient très acide et prend une structure particulière; elle est pauvre en mica et criblée d'un véritable réseau de filons serrés d'aplites, dont la structure microscopique est assez uniformément granulitique, tout en passant parfois à la structure pegmatoïde. Ce développement des filons d'aplites sur le versant sud du massif du Mont-Blanc est caractéristique; il peut d'ailleurs s'observer au delà du col des Grépillons, dans les parois dominant le glacier de Pré-de-Bar, ainsi que dans le Val Ferret italien.

En principe, nulle part on ne voit le passage graduel des quartzporphyres à la protogine, et bien plus, le contact est toujours franc; il se fait soit directement, soit le plus souvent par l'intermédiaire de roches schisteuses, parfois très micacées ou verdâtres et d'aspect séricitique ou corné. Ainsi, par exemple, à la Breyaz, au-dessous du sommet, on peut voir que le contact se fait précisément par des roches schisteuses très micacées. Il paraît en être de même sous le glacier de Planereuse; tandis qu'à la Maya, sur le flanc qui regarde le Mont-Dolent, on trouve au contact immédiat des roches verdâtres plus ou moins schisteuses.

Au Châtelet, en approchant du contact, on observe que les porphyres se laminent de plus en plus; ainsi, au sommet même du Châtelet, le porphyre forme encore des bancs puissants, mais, en cheminant vers l'arête nord-ouest, qui mène à la pointe des Chevrettes, on voit ceux-ci se laminer progressivement, et l'élément noir étiré dessiner dans la roche des traînées parallèles. Ce phénomène s'accentue encore dans le voisinage du contact, et, touchant directement le granit, on trouve une roche cornéenne schisteuse qui renferme, dans le banc reposant sur la protogine, des cailloux plus ou moins arrondis de granulite filonienne et de protogine, ayant parfois jusqu'à quinze centimètres de diamètre.

Nous n'avons observé ce contact curieux qu'au Châtelet même; mais il n'est pas impossible qu'il se présente ailleurs, car il faut observer qu'en de nombreux points du versant sud-est, le contact est masqué soit par des éboulis, soit par de la végétation, ou bien ne peut être atteint à cause des difficultés d'accès.

A la Montagne de la Saxe, le contact des porphyres avec le granit est également très net, et on peut l'observer

fort bien à une demi-heure environ au-dessous des chalets de Pré, sur le sentier qui va de Villair à cet endroit. Après avoir quitté les schistes noirs sédimentaires qui sont la continuation naturelle de ceux du Mont-Chétif, on trouve des dépôts quaternaires, puis du trias suivi immédiatement par des microgranulites assez laminées; en continuant à monter, on rencontre bientôt le granit sous le porphyre, mais entre les deux on remarque une mince bande de schistes verdâtres d'aspect très particulier.

Au Mont-Chétif, il paraît en être de même, comme on peut le voir par places dans le voisinage du village de Neiron.

Il est intéressant de comparer les contacts que nous avons décrits avec ceux du Catogne, montagne qui a été si bien étudiée par M. Graeff[1]. Ce dernier a démontré, en effet, qu'au Catogne le contact était franc également; il n'y avait généralement pas passage de la protogine au porphyre, le granit, d'ailleurs, s'y aplitise comme sur le versant sud-est du massif du Mont-Blanc.

En revanche, M. Graeff décrit au nord de Plan Folliat et dans le voisinage du Clou, des filons de porphyre, qui traversent la protogine; nous n'avons jamais fait d'observations analogues sur toute l'étendue du contact, à partir de l'arête de la Breya. Il est vrai que la protogine est littéralement criblée de filons dans le voisinage des por-

[1] Graeff, loc. cit., indique en note que le contact traverse l'arête de la Breya à mi-distance entre les points cotés 2378 m. et 2479 m. et, par conséquent, beaucoup plus à l'ouest que ne l'indique Gerlach. Nous devons rectifier cette affirmation, car nous avons tenu toute l'arête de la Breya, depuis le col de ce nom jusqu'à Champex, et nous avons trouvé le contact à l'Est du point 2378 m. et presque immédiatement au-dessous de celui-ci.

phyres, mais ces filons sont toujours des aplites et jamais des microgranulites.

Quant au contact des porphyres avec les couches sédimentaires du Val Ferret, il se fait par l'intermédiaire de roches variées. Tantôt ce sont des dalles calcaires grisâtres, tantôt des schistes satinés noirs. D'autres fois, comme au-dessus de l'Amône, dans les parois de la base des Six-Niers, ou encore dans les ravins creusés dans le revêtement calcaire de la Maya, par les torrents descendant du glacier du Mont-Dolent, on observe au contact un poudingue formé par des cailloux roulés de quartzporphyre, de granulite et de granit, réunis par un ciment calcaire. A la Maya, ce poudingue supporte immédiatement des schistes noirs très fissiles, tandis qu'à l'Amône on trouve un banc de Dogger extrêmement pyriteux qui a jadis été exploité.

On voit aussi, reposant directement sur le porphyre, des couches nettement triasiques, soit sous forme de dolomies, soit sous forme de quartzites; tel est particulièrement le cas au Mont-Chétif et à la Montagne de la Saxe, on y retrouve même des lambeaux de trias s'appuyant indistinctement sur le granit ou le porphyre. Nulle part on ne constate une action métamorphique quelconque exercée par le porphyre dans les strates sédimentaires; partout le contact est mécanique, et nous confirmons à cet égard, en tous points les observations de Favre, comme aussi celle de M. Graeff sur le Catogne.

En plusieurs endroits, d'ailleurs, ces couches sédimentaires ont été enlevées par l'érosion et, par places, elles restent comme de gigantesques dalles plaquées contre les flancs abrupts de la montagne.

[illegible]

tribue au permien, puis par M. Graeff et enfin par MM. Duparc et Mrazec; ces auteurs ont reconnu dans celles-ci des roches analogues à celles du Val Ferret suisse.

Dans un récent travail en collaboration avec le prof. Duparc, nous avons montré que ces montagnes doivent être rattachées à la zone du Mont-Blanc, dont elles ne sauraient être séparées.

La Montagne de la Saxe. Une excursion intéressante, qui fournit une excellente coupe de la Montagne de la Saxe, se fait en partant de Courmayeur; on passe d'abord par le village de Villair, puis on gagne le sentier qui conduit aux chalets de Pré et commence dans la combe de Chapy.

Après avoir franchi le torrent, on a d'abord, à gauche, à une certaine distance, des schistes noirs du lias; le sentier traverse en premier lieu des dépôts quaternaires qui font bientôt place à des couches triasiques. Le trias est représenté soit par des brèches dolomiques, soit par des quartzites vertes, analogues à celles que l'on trouve au Mont-Chétif.

Les dolomies ou les quartzites reposent sur des porphyres quartzifères très laminés, ressemblant parfois à des schistes cristallins. Les quartzites dont on trouve quelques petits lambeaux seulement, sont inférieures aux dolomies, qui sont d'ailleurs beaucoup plus développées.

A une demi-heure environ, au-dessous des chalets de Pré, on trouve le granit; celui-ci est compact et à grain fin, il entre en contact avec les porphyres par l'intermédiaire d'un schiste verdâtre très curieux. Sur le granit, dans les environs immédiats des chalets de Pré, on trouve encore quelques petits lambeaux de dolomies.

En gagnant alors la crête de la montagne, on arrive

bientôt sur les schistes noirs du lias, ceux-ci plongent d'abord dans la direction de la combe de Chapy, recouvrent le sommet de la montagne et se renversent ensuite sous le flanc nord de celle-ci.

Un autre profil levé par MM. Duparc et Mrazec, en montant directement au-dessus de Villair par l'extrémité occidentale de la Montagne de la Saxe montre une disposition absolument analogue. On y trouve cependant entre le Lias et le Trias, qui y est également représenté par des quartzites et des brèches dolomitiques, un conglomérat polygénique, formé de cailloux roulés de granit, associés à des cailloux de dolomies et de brèche dolomitique.

Dans les parois dominant le village de la Saxe, on trouve entre le lias et la roche éruptive une mince bande de quartzites, les dolomies y ont été sans doute supprimées par étirement.

Le Mont-Chétif présente une disposition identique à celle de la Montagne de la Saxe, il est constitué par un noyau granitique supportant des quartzporphyres très dynamométamorphosés, sur lesquels viennent à leur tour se superposer le Trias, puis le Lias.

La coupe de cette montagne se fait en montant depuis Dolonne au hameau de Praz-Neiron, de là on gagne un couloir qui conduit facilement au sommet par la face ouest du cône terminal.

Peu après Dolonne on trouve quelques bancs de schistes liasiques, que l'on quitte bientôt pour arriver sur le Trias, dans lequel on remarque d'abord des Cargneules, puis des brèches dolomitiques et de la Dolomie. Ces dolomies reposent sur des porphyres d'aspect varié et toujours plus ou moins laminés, semblables à ceux de la Montagne de la Saxe.

Près du hameau de Praz-Neiron, dans la forêt, on trouve des pointements de granit perçant en quelque sorte en boutonnière dans les quartzporphyres.

Le contact de ces derniers se fait avec la roche granitique, par l'intermédiaire d'une très mince bande de schistes verts.

Les porphyres se continuent depuis Praz-Neiron presque jusqu'au sommet de la montagne, où ils sont recouverts par un chapeau de quartzites vertes du Trias. On observe encore le granit près du sommet qui domine l'escarpement au-dessus des bains de la Saxe.

En descendant sur l'autre versant de la montagne, sur la chapelle de Notre-Dame de la Guérison, on trouve le lias, qui se renverse sous le flanc nord du Mont-Chétif, avec étirement constant du Trias; il semble en contact tantôt avec les quartzporphyres, tantôt avec le granit.

§ 3. *Composition chimique des quartzporphyres.*[1]

La composition chimique des quartzporphyres du Val Ferret est intéressante, car, d'une part, elle confirme les caractères microscopiques précédemment décrits, et, de l'autre, elle montre quels peuvent être les rapports existant entre les microgranulites, la protogine et les granulites filoniennes.

Nous avons choisi, dans ce but, un certain nombre d'échantillons des principaux types des porphyres, et nous mettrons ci-dessous les résultats obtenus :

[1] Pour la description pétrographique des quartzporphyres, nous renvoyons le lecteur à la note: Les porphyres quartzifères du Val Ferret, par L. Duparc et F. Pearce (*Arch. Sc. phys. et nat.*, 1897), dans laquelle nous donnons une description et une monographie très étendue de ces quartzporphyres.

	N° 196	N° 651	N° 698
SiO_2 =	75.81 °/₀	78.15 °/₀	75.84 °/₀
Al_2O_3 =	13.70 »	13.22 »	13.15 »
FeO =	2.24 »	1.11 »	1.16 »
CaO =	0.72 »	1.29 »	0.89 »
MgO =	Traces »	0.26 »	0.35 »
K_2O =	4.13 »	4.00 »	5.43 »
Na_2O =	3.96 »	3.88 »	3.76 »
Perte au feu =	—	0.48 »	0.40 »
Total =	100.56 »	102.39 »	100.98 »

	N° 359	N° 757	N° 732
SiO_2 =	73.25 °/₀	71.48 °/₀	71.03 °/₀
Al_2O_3 =	14.39 »	14.82 »	15.24 »
FeO =	2.21 »	2.41 »	2.58 »
CaO =	2.36 »	0.93 »	1.38 »
MgO =	0.53 »	0.27 »	0.43 »
K_2O =	5.94 »	5.69 »	6.11 »
Na_2O =	3.02 »	4.00 »	4.29 »
Perte au feu =	1.11 »	0.35 »	0.27 »
Total =	102.81 »	99.95 »	101.33 »

	N° 653	N° 713	N° 715
SiO_2 =	69.81 °/₀	68.87 °/₀	67.78 °/₀
Al_2O_3 =	14.78 »	16.49 »	15.88 »
FeO =	3.15 »	2.62 »	3.97 »
CaO =	2.94 »	2.25 »	2.90 »
MgO =	0.98 »	0.32 »	1.25 »
K_2O =	4.63 »	5.89 »	4.95 »
Na_2O =	3.73 »	4.13 »	3.95 »
Perte au feu =	0.78 »	0.80 »	1.32 »
Total =	100.80 »	101.37 »	102.00 »

N° 196[1]. Breya, type à pâte essentiellement globulaire.

N° 651. Arête du Châtelet, type porcelainé blanchâtre.

N° 698. Près des chalets de Planereuse, microgranulite typique à deux temps nets.

N° 359. Col des Grépillons, rochers au-dessus du col type schisteux à pâte microgranulite.

N° 757. Les Six-Niers, roche très compacte, à première consolidation rare.

N° 732. La Maya, type compact, à première consolidation peu apparente.

N° 653. Châtelet près du sommet, sur l'arête nord-ouest type schisteux à pâte microgranulitique, mica abondant disposé en traînées parallèles.

N° 713. La Maya au sommet, type à pâte microgranulitique très abondante; beaucoup de mica vert.

N° 715. Six-Niers, dans les parois au-dessus de l'Amône, type à pâte microgranulitique à première consolidation abondante, nombreux amas de mica noir.

Un premier coup d'œil jeté sur ces analyses, montre tout d'abord que les quartzporphyres du Val Ferret sont des roches très acides, qui dépassent même comme teneur en quartz les aplites très acides qui traversent la protogine.

En second lieu, la pauvreté en chaux y montre bien l'acidité des plagioclases de la première consolidation, d'autant plus que souvent les porphyres renferment de l'épidote et de la calcite secondaire, calcite qui leur vient, dans certains cas, de la couverture sédimentaire qui les avoisine.

[1] L. Duparc et L. Mrazec. Le Massif de Trient. *Arch. des sc. phys. et nat.* Genève, sept. 1894.

L'acidité de la roche est tantôt le fait de la première, tantôt de la seconde consolidation, le développement du mica noir l'influe également. Ainsi les numéros 732 et 757, sans première consolidation très apparente, sont plus pauvres en silice que le n° 698, roche typique, dans laquelle le premier temps est bien développé. Par contre, le n° 651, sans première consolidation apparente, est excessivement acide, la pâte est évidemment ici quartzeuse.

L'oxyde ferreux est relativement abondant, ce qui s'explique par la présence du mica; sa proportion, ainsi que celle de la magnésie et de la chaux augmente dans les types riches en mica noir, qui est d'ailleurs souvent accompagné d'un peu d'épidote.

Quant aux alcalis, la forte proportion de soude montre évidemment l'abondance des plagioclases acides.

En comparant les analyses des porphyres du Val Ferret, avec celles des granulites filoniennes et de la protogine du versant sud, on trouve une analogie remarquable, que l'on peut voir dans le tableau suivant, dans lequel on a réuni l'analyse d'une microgranulite type, d'une granulite filonienne et d'une protogine à grain fin du versant sud-est.

		N° 1	*N° 2*	*N° 3*
SiO_2	=	75.84 °/₀	75.21 °/₀	74.14 °/₀
Al_2O_3	=	13.15 »	13.88 »	13.90 »
FeO	=	1.16 »	0.91 »	1.61 »
CaO	=	0.89 »	1.19 »	0.69 »
MgO	=	0.35 »	0.25 »	0.19 »
K_2O	=	5.43 »	4.50 »	6.08 »
Na_2O	=	3.76 »	3.96 »	3.63 »
Perte au feu	=	0.40 »	0.24 »	0.60 »
Total	=	100.98 »	100.14 »	100.84 »

N° 1. Analyse d'une microgranulite typique, près des Chalets de Planereuse.

N° 2. Granulite provenant d'un filon de l'Aiguille du Tacul[1].

N° 3. Granit de la Breya, n° 629.

Il semble résulter, du tableau ci-dessus, que le magma d'où sont issues ces trois espèces de roches, a été le même ou sensiblement le même, mais que sa consolidation a été différente suivant les cas.

(A suivre.)

[1] L. Mrazec. La protogine du Mont-Blanc. Thèse, Genève 1892.

DOSAGES DE TANIN

DANS DES

ÉCORCES DE CHÊNE

DU CANTON DE GENÈVE

PAR

William BOREL et H. W. de BLONAY.

Le but de ce travail a été de déterminer l'âge auquel nos taillis produisent le maximum de tanin et d'étudier l'influence des éclaircies (desserrement progressif des arbres de la forêt) sur cette production.

Bien qu'un très grand nombre de méthodes aient été proposées pour doser les matières tannantes dans les écorces, on n'en possède encore aucune aujourd'hui qui donne des résultats absolument exacts ; cela tient à ce fait que, indépendamment de l'acide gallo-tannique, nous ne connaissons pour ainsi dire pas les différents tanins au point de vue chimique.

Ces diverses méthodes reposent toutes sur le même principe : comparer les effets observés avec la substance à doser et ceux observés avec le tanin pur de la noix de galle, traités dans des conditions identiques.

D'après les recherches très récentes de Schiff, l'acide gallo-tannique est de l'acide digallique :

$$C^6H^3(OH)^3COOC^6H^2(OH)^2COOH.$$

Il considère l'acide tannique — qui en se décomposant donne du sucre — comme un mélange d'acide digallique et d'un glucoside : c'est pourquoi il propose de donner au dit glucoside le nom de tanin et d'appeler : acide digallique l'acide tannique.

Les procédés qui ont été proposés pour doser le tanin peuvent être classés en deux groupes principaux suivant qu'ils opèrent sur l'absorption du tanin par de la peau ou par oxydation de l'acide tannique. Dans la première catégorie se rangent les méthodes de Davy, Muntz et Ramspacher, Fehling, Hammer, Schultz, Gerland, (Fr. Jean), etc. Dans la seconde celles de Löwenthal, Neubauer Barbieri, Wagner, etc., et leurs nombreuses modifications. Il y a lieu de citer aussi le procédé optique d'Aglot, que son inventeur a exposé au Congrès de Chimie appliquée, à Paris, en 1896 ; il donne, paraît-il, de très bons et rapides résultats mais il a l'inconvénient de nécessiter l'emploi d'un appareil très coûteux.

Toutes les méthodes ont été critiquées à plusieurs reprises et il nous a été difficile de faire le choix de la meilleure d'entre elles ; cependant, en les examinant successivement, nous avons reconnu que, pour le travail et les recherches que nous nous proposions de faire, celle de Ferdinand Jean, au moyen d'une solution d'iode, était incontestablement celle qui nous donnait les résultats les plus pratiques.

A l'aide de cette méthode, publiée en 1879 dans la *Revue des Industries et des Sciences chimiques et agricoles*, on peut, non seulement titrer exactement toutes les matières astringentes, en prenant comme type et point de comparaison le tanin pur de la noix de galle, mais encore, ce qui est très important au point de vue pratique et du





tannage, déterminer la quantité d'acide astringent qui est susceptible de se combiner à la peau pour la transformer en cuir. M. F. Jean, qui est chimiste de la Station d'essais de la Halle aux cuirs, à Paris, et qui, en cette qualité, a très fréquemment l'occasion de faire des dosages de tanin, a bien voulu nous donner, au sujet de l'emploi de sa méthode, de très nombreux renseignements qui ont complété ceux que renferment les ouvrages spéciaux sur ces dosages.

Procédé de dosage : On emploie une solution d'iode dans le iodure de potassium, titrée : 1° par rapport à une solution de tanin pur (de Granval) en présence d'une petite quantité d'une solution saturée de bicarbonate de soude. Comme indicateur, on fait usage de papier à filtrer épais dont on a enduit la surface, par frottement, d'une légère couche d'amidon en poudre impalpable ; 2° on titre de même la solution d'iode par rapport à une d'acide gallique pur afin de pouvoir calculer les acides astringents non-fixables par la peau. On épuise, par de l'eau bouillante, 2 gr. 5 d'écorce séchée à l'air et passée au moulin ; l'épuisement se fait à plusieurs reprises jusqu'à ce que la dissolution ne soit plus colorée. Après refroidissement et filtration, on étend la liqueur d'un volume donné et on y dose la totalité des acides astringents avec la solution d'iode. On obtient ainsi un chiffre A.

D'autre part, on agite un certain volume de la dissolution ci-dessus avec de la poudre de peau dégraissée et on laisse en contact pendant cinq heures. On titre alors l'acide gallique dans la liqueur filtrée et on obtient ainsi le chiffre B ou la proportion d'acides astringents non-fixables par la peau.

En soustrayant B de A, et par un calcul fort simple,

on obtient en pour cent la proportion de matières astringentes fixables par la peau, c'est-à-dire celle du tanin que renferme l'écorce.

C'est au moyen de cette méthode que nous avons dosé des écorces provenant du domaine du château des Bois (commune de Satigny, canton de Genève).

Les taillis dont elles proviennent sont peuplés de chênes pédonculés (*quercus pedonculata*). Leur sol est de l'argile glaciaire très compacte. Enfin, ces bois couvrent un plateau à l'altitude de 430 mètres.

Les échantillons ont été prélevés en prenant les précautions suivantes :

Pour qu'elles présentent bien les conditions moyennes de la végétation, les écorces à analyser ont été prises sur des arbres mesurant le diamètre moyen du peuplement où ils se trouvaient. L'âge du peuplement a été fixé en comptant le nombre des cernes de chacun des arbres choisis.

Sur chacune de ces perches, nous avons détaché une rondelle d'écorce faisant *tout le tour* de l'arbre à *un mètre au-dessus de son pied*, et d'environ dix centimètres de largeur. Cette hauteur de un mètre a été choisie pour avoir des résultats autant que possible comparables à de nombreuses analyses faites en Allemagne : il est d'ailleurs nécessaire de prendre les échantillons à une hauteur uniforme pour obtenir des chiffres comparables entre eux ; la teneur en tanin allant en décroissant à mesure qu'on s'élève au-dessus du pied de l'arbre. Nous avons détaché des rondelles faisant tout le tour de l'arbre pour nous mettre en garde contre une variation possible de teneur entre les portions ensoleillées du tronc et celles qui sont à l'ombre. Enfin, nous avons récolté tous ces échantillons

en deux jours (7 et 8 mai 1897) pour nous mettre à l'abri de la variation de teneur qui accompagne le changement des saisons.

Ces écorces ont été séchées au soleil dans une chambre; elles ont ensuite été divisées en petits fragments au moyen d'un sécateur, puis réduites en poudre à l'aide d'un même moulin, après avoir été râclées et nettoyées, si le besoin s'en faisait sentir, et comme ce travail doit être fait dans une exploitation bien conduite.

Au moment des analyses, les écorces de moins de vingt ans contenaient toutes de 25 à 27 grammes d'eau par kilogramme; les écorces plus âgées toutes 10 à 11 gr. seulement.

L'analyse a révélé les pour cent de tanin et les poids du mètre cube d'écorce du tableau suivant :

Age.	Exposition.	Diamètre moyen.	Nombre d'arbres à l'hectare.		Epaisseur moyenne de l'écorce des échantillons.	o/o de tanin.	Poids du mètre cube.
		cm.	constaté.	normal.	mm.		kilos.
51	Plateau	13,0	1956	1635	5,8	5,90	565
50	Id.	11,5	2222	1666	5,0	5,00	580
41	S.E. pente 2 %	7,5	2622	2064	6,5	5,05	620
34	Plateau	9,0	2178	2524	4,6	5,35	630
32	Id.	6,0	4500	2920	4,3	6,30	675
25	Est 5 %	6,0	4000	4025	4.1	6,60	684
24	S. E. 3 %	5,7	4500	4370	3,3	6,90	686
23	Plateau	6,5	3333	4720	4,1	6,50	645
22	Id.	5,0	6400	5110	2,7	6,80	753
20	Id.	5,0	4356	5900	4,2	7,15	706
18	Id.	3,2	9700	6830	3,1	7,55	660
5	Id.	1,6	(évalué 20000)	—	1,3	8,40	?

Ces chiffres sont tous des moyennes de deux analyses au moins faites sur deux solutions distinctes. Toutes les

fois que les résultats obtenus se trouvaient différer de 1/2 pour cent ou plus, on a refait des dosages en nombre suffisant pour arriver à une moyenne bien établie.

Nous avions encore trouvé, à 37 ans, 4,93 pour cent et à 28 ans 5,65 pour cent. L'examen des parcelles d'où provenaient des échantillons nous a montré que ces résultats irréguliers étaient dus à ce que le massif avait été incendié.

Il en découle une conclusion pratique : exploiter les bois incendiés immédiatement après l'incendie ; c'est à la même règle que conduit aussi l'étude de l'accroissement du bois.

Avant d'aller plus loin, insistons sur ce que les valeurs *absolues* des chiffres trouvés dans ces analyses ne sont pas comparables avec ceux obtenus au moyen d'autres méthodes de dosage; on peut, par contre, avoir confiance dans leurs valeurs *relatives*.

Ces dosages montrent que l'écorce est d'autant plus riche en tanin qu'elle est plus jeune; et que, depuis la naissance du chêne, le pour cent de tanin va toujours en diminuant. C'est d'abord une décroissance à peu près régulière sur la teneur de 8,5 pour mille par an depuis 1 jusqu'à 32 ans. On passe ainsi de 8,80 à 6,15 pour cent. Puis vient une chute de 25 pour mille par an entre 32 et 36 ans (de 6,15 à 5,15 %); puis, au delà de cet âge, la teneur reste constante et tend même à se relever un peu ; le nettoyage des écorces leur conservant, s'il est bien fait, à peu près la même épaisseur et le même pour cent de tanin. La diminution de la proportion de tanin semble donc provenir surtout de l'augmentation du volume du rhytidome mort et inerte des vieilles écorces. Ce rhytidome commence à être d'un cube appréciable à 32 ans,

mais il adhère alors fortement à l'écorce active, et le nettoyage n'arrive guère à l'en séparer : de là une forte baisse du pour cent de tanin entre 32 et 36 ans. Depuis cet âge de 36 ans, le rhytidome sèche et se sépare alors facilement en le râclant. A partir de ce moment donc, le nettoyage devient efficace, et la teneur des écorces reste longtemps constante; nous l'avons constaté jusqu'à 51 ans.

Au moyen de ces dosages et de la détermination expérimentale du volume de l'écorce porté par un hectare de bois à ses différents âges, nous avons pu nous rendre compte de la production en tanin de nos bois.

Entre 1 et 60 ans, l'***hectare boisé porte d'autant plus de tanin qu'il est plus âgé***, la chute du pour cent est donc compensée par l'augmentation du volume de l'écorce avec l'âge.

La production annuelle en tanin (poids de tanin porté par un hectare divisé par l'âge du massif) atteint son maximum à 26 ans avec 28 kil. 3 par hectare et par an (dosage par le procédé de M. Jean). Si on tient compte des produits fournis par les éclaircies, c'est à 29 ans que se produit ce maximum, avec 33 kil. 2, dont 28 kil. pour les coupes principales et 5,2 kil. pour les éclaircies.

Avec les prix moyens actuels de vente des écorces, c'est l'hectare boisé de 48 ans qui porte la plus grande valeur de tanin : 843 fr. 60.

Le rendement annuel maximum du tanin en argent se réalise, à 26 ans, avec 26 fr. 35 par hectare et par an ; plus tard encore si on tient compte des éclaircies.

Il ne faudrait cependant pas conclure de là qu'il est d'une mauvaise gestion de couper ces taillis de chêne au

delà de 26 ans : les écorces ne sont qu'un produit *accessoire* des forêts, et la baisse de leur prix tend à rendre leur rôle de plus en plus secondaire. Le bois est et restera probablement le produit principal. L'entrée en ligne de compte de cet important produit change complètement l'âge où il convient d'exploiter la forêt. Cet âge de 26 ans ne doit donc plus être considéré que comme un minimum pour la coupe, tous les bois qu'on ne cultive pas exclusivement en vue du tanin (et il n'en existe pas actuellement) devant être exploités plus tardivement.

En entreprenant ce travail, nous avions encore un autre objectif en vue : étudier si les éclaircies ont sur la production du tanin la même influence bienfaisante que sur la production du bois. (On appelle éclaircie une culture forestière consistant à desserrer périodiquement les arbres d'un massif, en vue d'activer la croissance de ceux qu'on dégage, et de réaliser les autres au lieu de les laisser pourrir sur le sol, après les avoir laissé étouffer par leurs voisins.)

Deux moyens d'étude nous étaient offerts :

1° Comparer les teneurs en tanin des bois clairs et de ceux qui avaient crû en massifs serrés. La comparaison n'a donné aucun résultat décisif.

2° Voir si, toutes conditions égales, les arbres qui ont crû le plus vite ont une teneur plus élevée que ceux dont la croissance a été ralentie par leurs voisins plus développés. L'éclaircie ayant pour résultat d'activer la croissance des arbres, on pourra conclure qu'elle relève les pour cent de tanin si c'est l'écorce des arbres qui ont eu la croissance la plus rapide qui contient le plus de tanin.

Pour élucider ce point, nous avons suivi la marche suivante :

Outre les échantillons prélevés sur les arbres de diamètre moyen, nous avons pris des rondelles d'écorce sur l'un des plus gros arbres de la place d'expérience, et aussi sur l'un des plus faibles, fût-il dépérissant. L'égalité des âges de ces deux têtes de série a été chaque fois constatée.

La moyenne de ces analyses donne :

Gros arbres : 6,7 pour cent. Arbres de diamètre moyen, 6,4 pour cent, c'est-à-dire une différence qui tombe dans les limites d'erreur du dosage.

Arbres du diamètre moyen : 5,5 pour cent, plus petits arbres 5,5 pour cent ; c'est la même chose.

Dès lors, deux conclusions de ces recherches semblent admissibles :

1° L'éclaircie ne jouerait aucun rôle sur les teneurs en tanin.

2° Les produits d'éclaircie donnent des écorces aussi riches que celles du massif où elles sont faites; c'est donc une véritable négligence de ne pas écorcer les bois qui en proviennent.

Il ne faudrait cependant pas conclure de là que le rôle de l'éclaircie sur la production du tanin est nulle. Le rendement en tanin est, en effet, le produit de deux facteurs : le pour cent de tanin de l'écorce, et le poids de l'écorce. Si le premier facteur n'est pas modifié par elle, des expériences faites en Allemagne montrent qu'il n'en est pas de même du second. L'éclaircie augmente de 25 à 40 pour cent le poids de l'écorce produite.

Eclaircissons donc rationnellement nos bois; si nous ne relevons pas, par ce moyen-là, la qualité de nos écorces, nous en augmentons au moins la quantité. Enfin, écorçons les bois abattus par l'éclaircie, leur écorce en vaut la peine.

SUR

LA MESURE DES TEMPÉRATURES

AU MOYEN DU

COUPLE THERMOÉLECTRIQUE FER-CONSTANTAN

PAR

Edm. van AUBEL

M. le prof.-Dr H. Rubens a décrit récemment dans *Zeitschrift für Instrumentenkunde*[1] une pile thermoélectrique très sensible qui peut servir avantageusement dans les études de la chaleur rayonnante et basée sur l'emploi du couple thermoélectrique fer-constantan.

M. le prof.-Dr Paul Czermak[2] a rappelé dans la même revue les recherches qui ont été faites antérieurement sur ce couple et M. Rubens[2] a complété cet exposé bibliographique, en établissant la part incontestable qui lui revient.

Je crois utile de mentionner ici quelques travaux qui ont été publiés sur la graduation du couple fer-constantan, c'est-à-dire sur l'étude de la variation de la force électromotrice thermoélectrique avec la température.

[1] *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, tome 18, page 65 ; 1898.

[2] *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, tome 18, pages 135 et 137 ; 1898

M. V. Fuchs[1] a entrepris cette étude en maintenant entre les températures des deux soudures les différences suivantes :

Temp. de la chambre		(15° à 20°)	et 0° (glace fondante),	
»	d'ébullition de l'alcool	(77°)	et température de la chambre,	
»	» de l'eau	(98°)	» » »	
»	» du xylol	(137°)	» » »	
»	» de l'aniline	(180°)	» » »	
»	» du nitrobenzol	(205°)	» » »	

A la soixante-dix-septième session de la *Société helvétique des sciences naturelles,* réunie à Schaffhouse, au mois d'août 1894, M. A. Kleiner[2] a rendu compte des expériences qu'il avait faites dans la même voie. La soudure chaude était placée dans un bain d'huile porté successivement à 360°, tandis que la soudure froide était maintenue à la température constante de la chambre.

Les résultats des mesures ont été traduits par des courbes dans lesquelles les abscisses représentent les différences de température des soudures et les ordonnées les forces électromotrices correspondant aux courants engendrés.

La courbe constantan-fer se confond presque avec une droite. Malheureusement un résumé seulement des intéressantes recherches du physicien suisse a été publié.

A l'occasion d'une étude de la conductibilité thermique des alliages, j'ai repris[3] la graduation du couple

[1] V. Fuchs, Ueber das thermoelektrische Verhalten einiger Nickel-Kupfer Legierungen, Graz. 1893.

[2] *Archives des sciences physiques et naturelles,* Genève, 3e période, tome 32, page 280 ; 1894.

[3] Edm. van Aubel et R. Paillot, *Archives des sciences physiques et naturelles,* Genève, 3e période, tome 33, page 148; 1898.

fer-constantan entre 0° et 100°, en faisant les mesures pour un plus grand nombre de températures. Mes résultats montrent que, pour ce couple, la courbe des forces électromotrices thermoélectriques se rapproche beaucoup d'une ligne droite et peut être considérée comme une droite entre certains intervalles de température.

M. M. L. Holborn et W. Wien [1] ont utilisé le couple fer-constantan pour la mesure des basses températures et notamment des points de fusion de quelques liquides organiques.

Enfin, tout récemment, M. L. Troost [2] s'est servi du même couple pour la détermination du point d'ébullition de l'ozone liquide.

[1] *Wiedem. Annalen der Physik,* tome 59, page 213 ; 1896.

[2] *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris,* 20 juin 1898, page 1751.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

R. Nietzki et R. Bernard. Sur le cédrirète (*Berichte*, XXXI, p. 1334, Bâle).

A.-W. Hofmann a montré en 1878 qu'une quinone particulière, décrite par Liebermann sous le nom de cérulignone, était une ***tétraméthoxy-diphénylquinone*** et qu'elle était caractérisée par les mêmes propriétés et la même origine qu'un composé décrit quarante ans auparavant par Reichenbach sous le nom de ***cédrirète***, dénomination qui fut dès lors rétablie. En 1878 également l'un des auteurs avait obtenu par oxydation de l'éther diméthylique de l'hydrotoluquinone, un composé de propriétés semblables et qu'il supposait être de constitution analogue. La formule de constitution du cédrirète n'était cependant pas encore établie d'une manière certaine, les auteurs ont repris l'étude du composé obtenu en 1878; entre temps, K. Brunner a préparé récemment par oxydation de l'hydrotoluquinone, quelques substances qui appartiennent sans doute à la même classe de combinaisons. Les auteurs ont d'abord cherché à transformer leur produit d'oxydation en ***oxime***; ils ont obtenu une ***monoxime*** qui pourrait être considérée comme une véritable oxime de la quinone ou comme un nitrosophénol de la formule :

NO OH

H^3C — CH^3

OCH^3 OCH^3

Quoique cette formule paraisse moins plausible que celle

d'une véritable oxime, elle explique le mieux l'action de l'acide nitrique sur ce composé ; lorsqu'on chauffe l'oxime avec HNO^3 de D = 1.3, on obtient une substance $C^{14}H^{11}NO^5$, renfermant deux groupes méthyles en moins et possédant en outre un hydroxyle, car elle donne un *dérivé monoacétylé* F = 143°. Cette substance correspond à la formule

O
NO^2
H^3C CH^3
OH
NOH

Mais une étude comparative plus approfondie de leur produit d'oxydation et des composés obtenus par Brunner en oxydant l'hydrotoluquinone conduisent les auteurs à supposer que la substance ci-dessus dériverait plutôt d'un composé correspondant à la formule asymétrique :

O
H^3CO
H^3C CH^3
H^3CO
NOH

ou à la formule tautomère nitrosophénolique. Le résidu quinone-oxime aura été oxydé en nitrophénol tandis que l'autre noyau aura éliminé ses deux groupes OCH^3 pour se transformer en p-quinone. Le *cédrirète de la diméthylhydrotoluquinone* correspondrait dans cette hypothèse à la formule

O
H^3CO
H^3C CH^3
H^3CO
O

Cette manière de voir demande encore de nouvelles preuves

expérimentales, mais si elle est reconnue exacte il faudra distinguer la combinaison en question du cédrirète de Liebermann et Hofmann dont la formation ne s'accorderait pas avec les considérations ci-dessus.

St. v. Kostanecki et D. Maron. Sur la 2-oxydibenzalacétone (*Berichte*, XXXI, p. 726, Berne).

Haller et l'un des auteurs ont parlé récemment (*Archives*, t. 5, p. 86) d'une matière colorante renfermant le chromophore complexe CO.C : C C : C, la *3.4 dioxycinnamylidène-cumaranone;* les auteurs communiquent dans le présent mémoire les résultats qu'ils ont obtenus avec quelques matières colorantes renfermant le chromophore C : C. CO.C : C, composé des mêmes membres rangés dans un ordre différent. Ces combinaisons prennent naissance d'après Claisen par l'action des aldéhydes sur une cétone non saturée R.CH.CH.CO.CH^3 préparée au moyen de l'acétone

$$R.CH : CH.CO : CH^3 + HOC.R'$$
$$= R.CH : CH.CO.CH : CH.R' + H^2O.$$

Parmi les aldéhydes on a utilisé jusqu'ici la benzaldéhyde, le furfurol et le pipéronal. Les composés qui en dérivent montrent des différences sensibles vis-à-vis H^2SO^4 conc.; tandis que la dibenzalacétone s'y dissout en rouge-orange, la dipipéronalacétone s'y dissout en bleu intense, passant peu à peu au violet; à cette observation faite par Haller, les auteurs ajoutent que l'addition d'eau donne dans cette solution un précipité vert sale, réaction qui rappelle celle que présente la bixine, matière colorante du rocou. Les auteurs ont préparé pour les examiner à ce point de vue la benzalpipéronalacétone, ainsi que la dibenzalacétone et un certain nombre de leurs dérivés, dont on trouve la description dans le mémoire original. F. R.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 6 avril 1898.

F.-A. Forel. Le raz de marée de Grandson. — F. Roux. Présentation de photographies. — P. Mercanton. Phosphorescence des neiges et des glaciers. — Kunz-Krause. Formation de la Carbylamine dans certains alcaloïdes. — Herzen. Fonction trypsinogène de la rate. — S. Bieler. Inclusions d'oranges.

M. Forel fait une communication sur le *raz de marée de Grandson*. Le tremblement de terre du 22 février, à 11 h. 43 du matin, a été signalé, entre autres, par une violente agitation des eaux du lac de Neuchâtel. Ce phénomène est rare ; c'est la première fois que nous le constatons depuis le commencement des études sismiques, inaugurées en 1879 par la Société helvétique des sciences naturelles ; il mérite donc d'être noté avec soin.

Les mouvements du lac ont été constatés par les observations suivantes :

1° A l'instant de la grande secousse, des enfants qui jouaient au bord du lac s'enfuirent dans les rues de Grandson en annonçant que le lac s'était subitement élevé d'un mètre de hauteur.

2° En apprenant cette nouvelle, quatre témoins, MM. Desplands, Jaccard, Schneider et Grandjean se rendirent tout de suite au bord de l'eau et constatèrent que les murs des quais et des jardins, devant la partie occidentale de la ville, étaient




mouillés jusqu'à 55 et 60 centimètres au-dessus de la surface du lac.

3° Un jeune homme de quinze ans, Charles Fielieli, était près du lac dans les quartiers orientaux de la ville ; il vit le lac se soulever de 30 à 40 centimètres en crue subite.

4° Un pêcheur, Devenoge, ramait sur son « noie-chrétien » à mi-chemin entre Yverdon et Grandson, à quelque cinquante mètres de la rive ; le lac était ridé par une légère brise du nord-est, mais rien n'indiquait un coup de vent. Tout à coup, il fut surpris par cinq ou six grosses vagues qui assaillirent son bateau, le remplirent d'eau et faillirent le faire chavirer. Les vagues étaient mal formées, irrégulières, courtes et très rapides ; elles s'entrechoquaient, elles écumaient, elles étaient « moutonneuses » ; les plus grandes pouvaient avoir un mètre de hauteur. Ces vagues venaient de l'Est. Le pêcheur très étonné par ce phénomène incompréhensible, se hâta de regagner le rivage. Il vit encore les vagues couvrir un banc de sable qui dominait les eaux de 20 centimètres environ, surprendre des mouettes qui y reposaient et les faire prendre leur vol en tourbillonnant.

5° M. Fauconnet, pêcheur, a constaté, peu après le tremblement de terre que la grève, à Yvonand, de l'autre côté du lac, était mouillée jusqu'à 0.5 m. au-dessus du niveau de l'eau.

6° Une observation négative a un grand intérêt. Prévenu du phénomène que d'autres personnes avaient constaté au bord du lac, M. Auguste Vautier-Dufour se rendit au port de sa villa et reconnut que la grève émergée n'y était aucunement mouillée au-dessus du niveau du lac ; deux ouvriers qui, au moment de la secousse, travaillaient dans ce port sur une plage à fleur d'eau, n'ont pas vu la trace de l'élévation de l'eau. Or ce port, qui n'a vu ni vagues, ni surélévation de la nappe d'eau, est parfaitement fermé par des jetées du côté du Nord et de l'Est, et son goulet est ouvert du côté de l'Ouest. Des vagues serrées, comme celles décrites par le pêcheur Devenoge, venant de l'Est, n'ont pu causer aucun trouble dans un bassin si bien protégé.

D'après cela le *raz de marée* du tremblement de terre de

Grandson a consisté en une série de vagues courtes, serrées, rapides, d'environ un demi-mètre de hauteur. Le point de départ de ces vagues doit être cherché à l'Est de la ville de Grandson.

Ces faits nous aident à écarter définitivement les rapports que, au début des études sur les seiches, nous avions cru pouvoir chercher entre les seiches et le tremblement de terre. Sur le vu des très nombreuses observations connues de mouvements des eaux des lacs pendant les secousses sismiques (nous en possédons au moins 25 cas bien enregistrés dans les annales de l'histoire naturelle suisse) nous avions d'abord pensé que les mouvements du sol pourraient peut-être mettre en balancement l'eau des lacs, en analogie avec les secousses que nous imprimions à nos bassins d'expérimentation dans la production des seiches artificielles. L'absence absolue de toute inscription, sur les tracés des limnographes très sensibles que nous possédons au Léman depuis 1876, de seiche provoquée par les divers tremblements de terre constatés dans les vingt dernières années nous avait déjà mis en garde contre ces rapprochements. La considération de la nature même de la secousse sismique nous avait aussi amené à un résultat négatif ; il y a une différence radicale entre le rythme des secousses sismiques, oscillations du sol dont la période est en moyenne de 1/2 à une seconde de temps, et le rythme des seiches qui, suivant la grandeur du lac, ont une période de 5, de 10, de 20 de 50 minutes et plus.

L'étude du raz de marée de Grandson qui nous montre des vagues solitaires d'oscillation progressive, se propageant dans un sens déterminé sur la surface du lac, nous permet d'éliminer sans retour possible toute analogie entre les mouvements sismiques de l'eau des lacs et les seiches, vagues d'oscillation fixe.

M. F. Roux présente à la Société *deux photographies d'argyronètes obtenues avec un objectif Zeiss.*

M. Mercanton résume et analyse les diverses observations qui pourraient faire admettre l'existence d'une *phosphores-*

cence spéciale des neiges et glaciers. De cette analyse et de quelques expériences photographiques, M. Mercanton conclut que jusqu'à présent nous ne sommes pas fondés à admettre cette phosphorescence et qu'il appartient à des recherches ultérieures de trancher la question.

M. le Dr Hermann KUNZ-KRAUSE, privat-docent à l'Université, communique les premiers résultats qu'il a obtenus en appliquant la réaction dite « de Vitali » à un certain nombre d'autres alcaloïdes. Pour exécuter cette réaction on évapore une petite quantité de l'alcaloïde avec l'acide azotique fumant au bain-marie. Le résidu de l'évaporation — qui dans la plupart des cas est coloré en jaune — est repris par quelques gouttes de potasse caustique en dissolution alcoolique. La désignation de cette réaction comme « *réaction de Vitali* » se rapporte spécialement à l'*Atropine,* qui donne dans ces conditions une belle coloration bleu violette. M. Kunz-Krause a pu constater, que cette réaction est en effet réservée à l'atropine. Aucun des autres alcaloïdes examinés jusqu'à présent ne donne une coloration semblable. Par contre l'auteur a constaté que quelques alcaloïdes, par exemple : *Narcotine, Hydrastine, Morphine, Codéine, Nicotine* fournissent avec l'acide azotique fumant des résidus d'évaporation, *qui dégagent de la Carbylamine après addition de potasse caustique en dissolution alcoolique — ou seulement et même mieux — aqueuse.* Or tous les alcaloïdes suscités, qui donnent cette réaction, renferment dans un noyau hétérocyclique le groupe « *alkimide* » resp. « *méthylimide* » :

$$\begin{array}{ccc} (HC) & & (CH_2) \\ & \diagdown N \diagup & \\ & | & \\ & CH_3 & \end{array}$$

placé entre 2 atomes de carbone, dont les affinités disponibles sont saturées par 1 resp. 2 atomes d'hydrogène.

M. Kunz-Krause insiste sur ce fait, que trois alcaloïdes : la *Caféine, Cocaïne, Atropine* paraissent faire exception à la règle. Bien que la constitution de ces trois bases fît présumer

la formation de Carbylamine, l'auteur n'en a pas pu constater le dégagement. L'auteur fait encore ressortir, que selon la nouvelle formule acceptée récemment par M. *E. Fischer*, la caféine renferme deux noyaux condensés.

1) un noyau hexacarbo-diazoïque et

2) » » pentacarbo- »

Dans le premier de ces deux noyaux les deux groupes « *Alkimides* » resp. « *Méthylimides* » sont placés soit entre 2 groupes CO, soit entre 1 groupe CO et un atome de carbone quaternaire[1] : fait qui expliquerait éventuellement pour ceux-ci l'exception. Quant au noyau pentacarbo-diazoïque la réaction négative s'explique peut-être parce que le groupe « *Méthylimide* » est lié à un atome de carbone quaternaire, qui suffit probablement pour empêcher la formation de carbylamine. Cependant ce qui paraît encore plus proable, c'est que le noyau *pentacarbomonazoïque*, resp. diazoïque se comporte différemment du noyau hétérocyclique renfermant *six* atomes élémentaires. Ainsi s'expliquerait également les résultats négatifs obtenus avec l'atropine et avec la cocaïne. Selon les travaux récents de M. *Willstädter* ces deux bases ne renfermeraient pas un noyau *hexacarbo*-monazoïque, ne seraient par conséquent pas des dérivés de la *Pipéridine*, mais bien de la *Pyrrolidine*, c'est-à-dire d'un noyau *pentacarbo*-monazoïque. Par contre la *Nicotine* formerait alors une exception.

Parmi les autres alcaloïdes qui ne donnent pas cette réaction, la *Vératrine* est particulièrement intéressante. Cet alcaloïde, tout en étant décomposé, fournit comme produit de la réaction

---

1 L'atome de Carbone distingué ici comme quaternaire, est fixé par une double liaison à un autre atome de C et en outre à *deux* atomes d'Azote :

```
   C
   |
N—C—N
```

, ou à un troisième atome de C et à *un* atome d'Azote :

```
C
|
C—N.
‖
C
```

une base huileuse, qui est caractérisée par son odeur pénétrante, semblable à s'y méprendre à celle de la Coniine.

Parmi les dérivés azotés qui sont obtenus par voie synthétique, l'acétanilide présente un phénomène qui mérite une mention spéciale. Le produit obtenu par l'action de l'acide azotique fumant sur l'antifébrine laisse après l'évaporation sur le bain-marie un résidu, qui à un moment donné, *s'enflamme spontanément.*

M. H. Kunz-Krause se réserve la continuation de ces recherches, ainsi que les conclusions à tirer de cette réaction pour son application à la recherche de la constitution d'un alcaloïde donné.

M. Herzen entretient la Société de la *fonction trypsinogène de la rate.* Il rappelle brièvement les recherches de Schiff, ainsi que ses propres recherches, qui les ont conduits l'un et l'autre à conclure que la rate fournit une sécrétion interne jouissant de la propriété de transformer rapidement le zymogène pancréatique en trypsine. Schiff et Herzen ont, pendant de longues années, été à peu près les seuls à soutenir leur conclusion : la très grande majorité des physiologistes se refusaient à l'admettre, sans avoir aucun argument sérieux à lui opposer et sans s'apercevoir que les objections soulevées contre les expériences de Schiff tombaient vis-à-vis de celles de Herzen, de même que les critiques adressées à ces dernières n'avaient aucune prise sur les premières. Il s'est enfin trouvé un jeune physiologiste de talent, M. Pachon (de Bordeaux), qui a voulu en avoir le cœur net ; il a entrepris une série d'expériences fort ingénieuses et totalement différentes de celles de Schiff et de celles de Herzen : il s'est attaché à obtenir *in vivo* la preuve directe de l'existence et de l'efficacité trypsinogène de la sécrétion interne de la rate, preuve que Herzen avait donnée *in vitro.* Voici comment il procède :

Il fait une macération de courte durée, en solution boriquée saturée de la portion verticale du pancréas d'un chien en pleine digestion, auquel on a depuis quelque temps extirpé la rate ; l'infusion pancréatique ainsi obtenue manifeste un

pouvoir digérant *lent*, indice de la présence de zymogène. La portion horizontale du pancréas du même chien est infusée exactement de la même manière, mais après avoir fait au chien une *injection intraveineuse d'extrait aqueux de rate congestionnée;* cette deuxième macération de pancréas manifeste un pouvoir digérant rapide, indice de la présence de trypsine.

Les expériences de M. Pachon constituent, on le voit, une brillante confirmation des résultats de Schiff et de Herzen, et sa méthode est exempte des objections que l'on a formulées contre leurs méthodes. La fonction trypsinogène de la rate doit actuellement être considérée comme définitivement établie.

M. S. Bieler, directeur, fait circuler *deux oranges qui présentent le curieux phénomène d'une inclusion,* c'est-à-dire qu'une orange est contenue dans l'autre sous une seule enveloppe.

Extérieurement l'enveloppe ne se distingue que par un *œil* ouvert, tandis que dans les oranges ordinaires il est fermé. Quand on enlève la peau on trouve une petite orange de 3 centimètres de diamètre bien délimitée dans une excavation formée entre les carpelles de l'orange extérieure et à la partie supérieure de celle-ci. C'est quelque chose d'analogue aux roses prolifères.

Ce phénomène n'est pas nouveau, mais il est peu connu. Les oranges apportées par M. Bieler provenaient du jardin d'un de nos compatriotes à Nice, M. Delajoux horticulteur, où il y a toute une rangée d'arbres dont les oranges présentent cette particularité.

Séance du 20 avril.

P. Jaccard. Analyse de travaux récents sur la paléontologie végétale. — H. Blanc. Les migrations du Plankton du Léman. — H. Dufour. Observations d'héliotropisme.

M. Paul Jaccard expose un résumé des *travaux récents concernant la Paléontologie végétale* en insistant surtout sur

les recherches de bactériologie et d'algologie fossile de M. Renault et de M. Bertrand.

M. le prof. Henri Blanc désirant faire connaissance avec le *Plankton nocturne du lac Léman* a fait devant Ouchy, le 26 juillet et dans la nuit du 27 juillet 1896 seize pêches, à 4 heures de l'après-midi, à 9, 11 heures du soir et à 4 heures du matin par 0, 20, 40 et 60 mètres de profondeur. Il s'est servi pour cette nouvelle série de la méthode qu'il avait déjà employée pour étudier les allures du Plankton pendant toute l'année 1894 et pendant l'été 1895. Les résultats obtenus peuvent être brièvement résumés comme suit :

1° A la surface le Plankton est plus abondant la nuit que le jour.

2° Il y en a beaucoup plus à la surface, la nuit, que le jour entre 20 et 40 mètres de profondeur où il est ordinairement le plus abondant.

3° C'est entre 11 heures du soir et 4 heures du matin que le Plankton est surtout en grande quantité à 0 et 20 mètres de profondeur. Son fonds est alors fait de Copépodes, de Cladocères, qui ont émigré, tous dans la nuit, des profondeurs vers la surface, et de Dinoflagellés.

4° L'examen microscopique des volumes recueillis démontrent que cette augmentation du Plankton nocturne résulte : *a*) des migrations actives et verticales des Cladocères; *b*) de la croissance rapide de Nauphées en jeunes Copépodes; *c*) à la multiplication exagérée, par voie de division, de certains organismes, en particulier du *ceratum hirundinella*.

M. Henri Dufour présente les résultats de quelques expériences et observations faites, au cours d'autres recherches sur l'*héliotropisme*.

On a fait germer dans trois vases identiques du ray-gras, ces vases ont été placés, avant que le gazon fut levé, dans trois doubles bocaux contenant le 1er A une couche d'eau entre les parois des deux bocaux; le second B une couche de sulfate de cuivre; le troisième C une couche de bichromate de potassium.

Les ouvertures de ces bocaux ont été couvertes d'étoffe

noire de sorte que la lumière ne pénétrait à la surface du sol que tamisée par l'eau et par les milieux colorants de 3 à 4 centimètres d'épaisseur.

L'expérience a commencé le 1er avril, le 4 les graines avaient levé dans les trois vases, le 5 les brins d'herbe accusent un héliotropisme prononcé dans le vase A à la lumière blanche et dans le vase B à la lumière bleue; pas trace d'orientation sous l'influence de la lumière jaune.

La lumière arrivait dans tous les bocaux latéralement et obliquement sous un angle de 45° environ, la température était de 12°,5 dans tous les vases. L'expérience a été poursuivie jusqu'au 16 avril; on arrosait de quantités d'eaux égales tous les vases les mêmes jours aux mêmes heures. Le résultat de l'expérience a été photographié et montre la croissance parfaitement verticale des brins d'herbe placés en lumière jaune tandis que l'héliotropisme est prononcé pour les brins placés en lumière bleue et en lumière blanche. Le développement de la chlorophylle est comme on pouvait le prévoir maximum en lumière blanche, un peu moindre en lumière bleue et beaucoup plus faible en lumière jaune, les brins d'herbe dans cette dernière couleur sont étiolés et plus longs que dans les autres couleurs.

L'étendue spectrale des teintes employées était pour le bleu de $\lambda = 0^{mm}\,00055$ à $\lambda = 0.00044$ pour le jaune de $\lambda = 0.00065$ à $\lambda = 0.00056$.

Quelques essais faits pour produire un effet d'héliotropisme sur des plantes étiolées (cultivées dans l'obscurité) en les soumettant pendant quatre heures à l'action de rayons de Röntgen n'ont donné aucun résultat.

Séance du 4 mai.

Renevier. Musée paléontologique. — Renevier. Nouvelles acquisitions du Musée. — Renevier. Excursions géologiques en Russie. — M. Lugeon. Relief géologigue des Beauges. — F.-A. Forel. Origine des sources du Brassus. — Forel. Les fendues de la glace du lac de Joux. — Forel. Les flaques d'eau libre dans la glace des lacs gélés. — Pelet. La combustion dans les fourneaux à pétrole et la viciation de l'air. — Morton. Présentation de tortues.

M. le prof. Renevier a invité les membres de la Société à

venir de 3 à 4 h. visiter le ***Musée paléontologique*** pour constater les progrès accomplis par l'installation d'une nouvelle salle entourée de vitrines, consacrées exclusivement aux Mollusques fossiles, en bonne partie déjà classés; et par le placement dans le centre de la salle de minéralogie de deux nouvelles vitrines en lutrin destinées à recevoir les invertébrés inférieurs. Il s'ensuit que la salle centrale, précédemment la seule attribuée aux collections paléontologiques, pourra être réservée exclusivement aux vertébrés et aux végétaux fossiles. Il en résulte une installation plus spacieuse et plus systématique de nos collections paléontologiques, qui sont considérablement enrichies ces dernières années.

Dans la séance subséquente M. Renevier présente quelques-unes des acquisitions les plus récentes du Musée géologique en fait de moulages; entre autres une tête gigantesque d'oiseau tertiaire de Patagonie (*Phororhacos*), une belle tête de *Halitherium Schinzi*, un crâne et une mandibule inférieure de *Aceratherium*, celle-ci offerte au Musée par M. Elie Mermier, ancien élève de l'École d'ingénieurs. Il montre en outre quelques-uns des beaux fossiles qu'il a pu récolter en Russie avec le concours de M. le Dr M. Lugeon, spécialement les belles *Ammonites* et *Belemnites* du terrain Volgien des falaises du Volga.

M. le prof. Renevier montre sur la carte géologique de la Russie d'Europe le voyage effectué à la suite du Congrès géologique de 1897 de St-Petersbourg et Moscou sur le fleuve Volga, au travers de la Russie centrale, du Caucase de la Transcaucasie, par la Mer noire, en Crimée et à Odessa. Puis il résume les traits généraux de la géologie russe, en particulier les deux grands bassins géologiques qu'on peut y reconnaître à des époques différentes :

1° Le grand bassin primaire, comprenant le nord et le centre de la Russie, fermé au S. et ouvert au N.; lequel présente la série complète des terrains paléozoïques, et se termine par des dépôts saumâtres, et une émersion complète après le Permien.

2° Le grand bassin des temps plus récents, qui commence



avec le Collovien et dure au travers du Jurassique supérieur du Crétacique et du Tertiaire. Celui-ci occupe le centre et le sud de la Russie d'Europe, en transgression absolue sur le bassin primaire, dont il recouvre la partie méridionale. Les couches s'inclinent légèrement vers le sud, où se développent de plus en plus les terrains les plus supérieurs.

Entre ces deux séries de dépôts, lacune à peu près complète, pendant les temps du Trias, Lias et Dogger.

Ensuite M. Renevier fait ressortir le contraste que présentent les facies russes avec ceux de l'Europe occidentale, pendant les temps Carbonique et Permien, ainsi qu'à l'époque du Jurassique supérieure et du Néocomien.

A l'inverse de ce que l'on voit en France, Belgique, Angleterre, etc., le Carbonique inférieur (Bernicien) est habituellement représenté dans le centre de la Russie par des formations houillères terrestres ou saumâtres d'âge Bernicien, auxquelles se superpose un calcaire marin, d'âge Moscovien et Stéphanien, qui n'est donc plus le vrai calcaire carbonifère. Il y a ainsi interversion des facies.

De même pour le Permien, qui se termine en haut par une formation marno-arénacée rouge, saumâtre, analogue au Rothliegende, mais d'âge probablement Thuringien, sous laquelle on voit apparaître dans les falaises du Volga un calcaire marin analogue au Zechstein, mais qui doit être d'âge Lodévien.

Enfin les formations dites *Volgiennes* par M. Nikitin, présentent un ensemble de dépôts marno-arénacés, très analogues auSpeeton-clay du Yorkshire, qui paraissent représenter à la fois le Jurassique supérieur et la base du Néocomien, mais avec des faunes assez spéciales d'un caractère boréal. M. Pavlow y a distingué, au-dessus du Kimeridgien, un Portlandien boréal qu'il nomme *Aquilonien* et un Néocomien boréal qu'il nomme *Petchorien*. Ces formations parfois fossilifères, paraissent assez semblables à celles du Yorkshire, mais sont très différentes de nos dépôts de même âge du sud-[illegible]t de l'Europe.

M. Lugeon. *Strato-relief des Bauges.* — En recherchant

quelle pouvait être la raison de l'emplacement des vallées alpines, M. Maurice Lugeon a eu l'idée de construire un relief idéal représentant la surface structurale d'un terrain quelconque. La région choisie a été prise dans les Alpes françaises : les Bauges, dont la structure simple se prêtait facilement à cet essai. La surface choisie pour l'exécution a été celle d'un des terrains jouant le plus grand rôle dans la charpente des montagnes : l'Urgonien, qui avec ses grandes masses calcaires, se présentait naturellement parce qu'il est un des terrains les plus importants de la région considérée.

Ce strato-relief a été exécuté au 1 : 50000. Il est évident qu'il s'agit ici d'un relief idéal ; tout ce qui est supérieur à la limite inférieure de l'Urgonien a été enlevé, et tout ce qui manque au-dessous de cette limite a été ajouté, en suivant partout le même principe, c'est-à-dire en ajoutant toujours la même épaisseur de terrain. De cette façon si des erreurs se produisent, elles n'entrent plus en ligne de compte dans les résultats indiqués par le relief, car elles sont partout les mêmes.

Un examen rapide du relief montre une concordance manifeste entre les variations d'axes des plis et l'emplacement des vallées. Celles-ci, lorsqu'elles sont transversales, occupent presque sans exception les points les plus bas des synclinaux transversaux, suivant la loi énoncée par l'auteur et M. E. Ritter.

En outre, comme matériel d'enseignement, le relief est précieux à plusieurs points de vue. Un exemplaire est déposé dans les salles du Musée géologique de Lausanne, où on peut le consulter.

M. F.-A. Forel a assisté à l'expérience pour la recherche de l'*origine des eaux du Brassus*, vallée de Joux, faite par M. S. Aubert, professeur au collège du Sentier. Le 5 novembre 1897 il a été versé dans l'entonnoir du Pré-de-Bière une quantité de 8 litres de solution de fluorescéine au 0.25, de MM. J.-R. Geigy à Bâle ; cette matière a un pouvoir de coloration assez fort pour que la fluorescence soit encore parfaitement reconnaissable à la dilution de 1 : 10 000 000. Une surveillance attentive instituée sur le ruisseau du Brassus

n'a pas surpris trace de fluorescence; en revanche un rapport de quelques personnes de confiance fait admettre que le 21 novembre, soit 16 jours après le début de l'expérience, les eaux d'une fontaine à l'Orient de l'Orbe ont pendant quelques heures été colorées en vert. Mais aucun échantillon de cette eau verte n'ayant été conservé, le résultat de l'expérience reste douteux; l'expérience sera faite à nouveau prochainement.

L'altitude de l'entonnoir de Pré-de-Bière est 1324 m., celle de la source du ruisseau de Brassus 1060 m., la fontaine à l'Orient de l'Orbe 1025 m. La distance horizontale de Pré-de-Bière au Brassus est 3400 m.; de Pré-de-Bière à l'Orient de l'Orbe 4400 m. Le Pré-de-Bière est dans un synclinal néocomien, séparé de la vallée de Joux par un anticlinal jurassique.

Le débit de l'entonnoir de Pré-de-Bière était le 5 novembre de 2 litres à la seconde; celui du ruisseau du Brassus de 50 litres à la seconde. Le débit de la fontaine Capt à l'Orient de l'Orbe est presque invariable.

M. F.-A. Forel a, dans la séance du 17 juin 1897, décrit les fentes ou *fendues de la glace du lac de Joux* et en a donné la théorie. En comparant la situation des fendues en 1854 d'après le D[r] Lecoultre et en 1897 d'après M. le syndic Ernest Rochat, il avait conclu que le nombre et la position de ces fendues était analogue, mais non identique d'une année à l'autre. Cette conclusion est confirmée par les faits de 1898 notés par M. S. Aubert. Trois fendues ont été constatées, dont une seule identique à celle de 1897; les deux autres fort différentes. En 1854 et en 1898, il y avait trois fendues principales, en 1897, quatre. Les fendues de 1898 ont été mal marquées, et le refoulement de la glace peu considérable, ce que M. B. Lecoultre attribue avec raison à la douceur relative de l'hiver.

M. F.-A. Forel étudie encore la question suivante : Pourquoi quand un lac se gèle, certaines places restent-elles libres de glace, où se congèlent-elles les dernières? Pourquoi en certaines parties la glace est-elle plus mince et partant plus



dangereuse pour les patineurs? Le souvenir des nombreuses victimes que les lacs de Joux et de Bret ont faites presque chaque année, nous impose le devoir d'élucider ce problème.

Prenons nos exemples dans le lac de Joux; des faits similaires seraient observés dans chaque lac de congélation facile.

Quand le froid est vif, par une nuit sereine à puissante radiation, le lac se prend rapidement, presque d'un seul coup; c'est ordinairement, surtout après un temps de bise, par la partie sud-occidentale, du côté du Sentier que la congélation commence; elle s'étend bientôt jusqu'à la région de l'Abbaye et du Pont, mieux abritée, et il reste peu ou pas de flaques d'eau libre.

Dans les hivers doux, au contraire, comme l'hiver de 1897-1898, la congélation est plus lente, plus irrégulière, et l'on peut voir, pendant des jours ou des semaines, des espaces peu étendus, de cinquante et cent mètres de diamètre, où la glace ne se forme pas, ou tarde à se produire. Quand ces places ont été tardivement prises par la glace, l'épaisseur de la nappe cristalline y est plus faible que sur le reste de l'étendue du lac; elles sont dangereuses ou fatales pour le patineur qui n'est prévenu par aucun signe extérieur du péril qui le menace. De là le nom de « mauvaises places » par lequel on les désigne souvent. Le 26 décembre 1897, pendant que le lac Brenet avait déjà une glace épaisse de 18 centimètres, il y avait encore sur le lac de Joux, congelé sur les neuf dixièmes de son étendue, deux ou trois flaques d'eau libre, devant la Roche-Fendue, devant l'Abbaye, devant le Pont; ces places étaient rendues visibles de loin par les bandes noires de canards sauvages qui, dans le mirage, y prenaient des apparences fantastiques. Plusieurs rapports m'apprennent que ces flaques d'eau vive sont restées libres pendant tout le mois de janvier; le 30 janvier, M. S. Aubert en voyait encore deux, marquées par la présence des canards. Une de ces places avait été prise récemment par la glace quand le 23 janvier le professeur *Jacques Berney* et ses compagnes la traversèrent en patinant et rompirent la glace qui n'avait pas trois centimètres d'épaisseur. Et pourtant pendant tout le mois de janvier la glace s'était accrue

sur le reste du lac, gelé depuis la fin de décembre; le 29 janvier, M. S. Aubert y a mesuré des épaisseurs de 15, de 25, de 30 centimètres.

Des faits analogues se voient sur tous les lacs et y causent les mêmes accidents. Quelle en est la cause? Plusieurs explications ont été proposées:

L'existence de sources surgissant au fond du lac et amenant à la surface des eaux relativement chaudes. Ces sources devraient être très chaudes pour être plus légères que l'eau à 0° et pour venir s'étaler à la surface; elles devraient avoir plus de 8°, ce qui n'est pas le cas pour les sources de la Vallée de Joux dont la température, constante, est entre 6 et 7°. Puis, le lieu d'émergence de telles sources serait toujours le même; il serait désigné par la présence de brouillards pendant la saison froide; enfin ces sources seraient connues des pêcheurs qui verraient les poissons s'y rassembler, en certaines saisons. Ces caractères manquent aux mauvaises places du lac de Joux.

On peut expliquer l'absence de glace devant les embouchures des rivières et ruisseaux, par l'agitation de l'eau entraînée dans le courant de l'affluent; mais cette action ne s'étend qu'à quelques mètres ou à quelques dizaines de mètres de l'entrée du ruisseau; elle ne se prolonge pas au large.

Les eaux relativement chaudes apportées par les affluents ne peuvent causer les mauvaises places du lac de Joux. Près du point de congélation, entre 4° et 0°, les eaux plus chaudes sont plus lourdes que les eaux plus froides; elles descendent donc au fond du lac et ne s'étalent pas à la surface.

Les matières grasses, apportées par les affluents, qui forment à la surface du lac les places non ridées connues sous le nom de taches d'huile, seraient-elles un obstacle à la congélation? Quelques expériences faites à ce sujet nous montrent que cette action est d'effet minime et ne saurait expliquer les faits observés.

On a invoqué l'action de courants d'air descendant sur le lac par certaines gorges ou ravins des montagnes environnantes. L'inconstance des courants d'air pendant la longue durée de la congélation d'un lac, la localisation des mauvai-

ses places, différente d'une année à l'autre, nous défendent de chercher une explication dans cette direction.

L'hypothèse à laquelle nous arrivons, par exclusion des autres interprétations proposées, est que les flaques d'eau libre seraient dues à la présence des bandes de canards sauvages ; ces volatiles, par les mouvements continuels de leurs pattes nageoires, maintiendraient l'eau en état d'agitation, mélangeraient les eaux de surface avec les couches sous-jacentes plus chaudes, empêcheraient, lorsque la gelée n'est pas trop intense, la formation de la nappe glacée. Dans un étang, les cygnes et canards savent garder, souvent pendant des jours et des semaines, une place d'eau libre au milieu de la glace qui envahit le reste du bassin. Pourquoi n'en serait-il pas de même dans les lacs ?

Des observations ultérieures et la communication des observations passées que je réclame des riverains des lacs gelés, nous diront si cette supposition est plausible et légitime, et si elle suffit à expliquer les faits que nous voudrions comprendre.

M. le Dr PELET expose les résultats de son étude de la *combustion dans les fourneaux à pétrole*. En faisant brûler un fourneau à pétrole pendant plusieurs heures consécutives dans une chambre close et en dosant la quantité d'anydride carbonique formé il a constaté qu'au bout de 5 heures la quantité de CO^2 ne s'élevait pas à plus de 7.4 millièmes. Pendant les premières heures le fourneau à pétrole brûlait normalement, mais les heures suivantes la quantité de pétrole brûlé diminuait graduellement au fur et à mesure que la quantité d'anhydride carbonique augmente dans l'air de la chambre. Lorsque l'anhydride carbonique atteint 3.5 à 3.7 millièmes la flamme de la lampe vacille et baisse et lorsque la quantité d'anhydride carbonique atteignait 8.8 °/₀₀ il n'augmentait plus ; ce qui revient à dire que la flamme ne consume plus que la quantité d'air amené par la ventilation naturelle.

M. W. MORTON exhibe plusieurs exemplaires de *tortues* d'Algérie et de Madagascar.



COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 9 juin 1898.

C. Græbe. Jaune de benzoïne. — F. Ullmann et M. Waitz. Diméthylacridine. — F. Ullmann. Points de fusion et d'ébullition des chlorhydrates des amines aromatiques primaires. — W. Habel et P. Dutoit. Dosage de l'acide nitrique dans les nitrates.

M. le prof. GRÆBE rend compte de l'étude qu'il a faite du *jaune de benzoïne*, découvert par M. R. Bohn et brévelé par la *Badische Anilin- und Sodafabrik*. Ce colorant s'obtient par condensation de la benzoïne avec l'acide gallique. M. Græbe a trouvé que sa composition répond à l'expression $C_{21}H_{12}O_4$, qu'il renferme 2 hydroxyles et qu'il fournit de l'anthracène par distillation sur la poudre de zinc. Sa formule constitutionnelle la plus probable serait donc :

```
            C6H5
             |
             C—O
             ||  |
             C   |
C6H4 <           > C6H(OH)2
          CO
```

M. F. ULLMANN, dans un travail fait en collaboration avec M. M. WAITZ, a obtenu un mélange de *diméthylhydroacridine 2.7* (point de fusion 204°) et de *diméthylacridine 2.7* (point de fusion 170°) en chauffant à l'ébullition la méthylène-para-toluidine avec du chlorhydrate de paratoluidine. Il faut ad-

mettre dans cette réaction la formation intermédiaire de diaminoditolylméthane :

CH_3 — C_6H_4 —NH—CH_2—NH— C_6H_4 — CH_3 ⟶ CH_3 — C_6H_3 — CH_2 — C_6H_3 — CH_3 (NH_2, NH_2)

⟶ CH_3 — C_6H_3 < CH_2, NH > C_6H_3 — CH_3 ⟶ CH_3 — C_6H_3 < CH, N > C_6H_3 — CH_3

On peut aussi obtenir cette même diméthylacridine à partir du jaune d'acridine en éliminant les groupes NH_2.

M. Ullmann parle ensuite des *points de fusion et d'ébullition des chlorhydrates des amines aromatiques primaires.* Il fait remarquer les relations qui existent entre les points d'ébullition de ces sels et ceux des bases libres. Il a déterminé les constantes suivantes :

	BASE LIBRE	CHLORHYDRATES		
	Point d'ébullition sous 728 mm. de pression	Point de fusion	Point d'ébullition sous une pression de 728 mm.	760 mm.
$C_6H_5—NH_2$	182°	198°	243°	245°
C_6H_4 CH_3 (1), NH_2 (2)	199,4°	214,5-215°	240,2°	242,2°
C_6H_4 CH_3 (1), NH_2 (3)	203°	228°	247,8°	249,8°
C_6H_4 CH_3 (1), NH_2 (4)	200°	243°	255,5°	257,5°
C_6H_3 CH_3 (1), CH_3 (2), NH_2 (3)	223,5°	254°	256°	258°
C_6H_3 CH_3 (1), CH_3 (3), NH_2 (4)	215,8-216°	235°	253,1°	255,1°
C_6H_3 CH_3 (1), CH_3 (4), NH_2 (2)	217,1°	228°	245,4°	247,4°
C_6H_3 CH_3 (1), CH_3 (2), NH_2 (4)	224°	256°	264°	266°

M. W. Habel fait, au nom de M. P. Dutoit et au sien propre, une communication sur le ***dosage de l'acide nitrique dans les nitrates.*** Au cours de recherches sur la dissociation des électrolytes dans l'acétone, les auteurs ont eu à déterminer la solubilité d'un grand nombre de sels minéraux dans ce dissolvant, ce qui les a conduits à établir diverses méthodes de dosage et de séparation, ainsi que certains procédés de préparation de composés difficiles à obtenir par voie aqueuse. En ce qui concerne plus particulièrement le dosage de l'acide nitrique, ils ont observé que tous les sulfocyanures sont solubles dans l'acétone et qu'il en est de même des nitrates, à l'exception de ceux de potassium, de sodium et d'ammonium, qui sont très peu solubles, et de ceux de strontium et de baryum, qui sont insolubles. Si donc on mélange les solutions acétoniques d'un nitrate quelconque et de sulfocyanure de potassium ou de baryum, il se formera un précipité du nitrate de l'un de ces deux derniers métaux, que l'on pourra peser après l'avoir lavé à l'acétone et séché à 60°.

Voici quelques résultats obtenus par cette méthode :

	NO_3 trouvé		NO_3 calculé
$Zn(NO_3)_2 + 6$ aq.	41,67	41,56 °/₀	41,75 °/₀
$Mn(NO_3)_2 + 6$ aq.	42,84	42,87	43,20
$Cd(NO_3)_2 + 4$ aq.	40,07	40,03	40,26

Cette méthode peut être étendue à d'autres cas, en particulier au dosage du potassium et du sodium.

Séance du 14 juillet.

C. Græbe et F. Hönigsberger. Oxydation de la chrysoquinone. — F. Kehrmann. Relations entre la couleur et la constitution des composés de l'azonium.

M. le prof. Græbe revient sur le travail de M. F. Hönigsberger dont il avait parlé dans une précédente séance [1] et

[1] *Archives* (4) **5**, 581.



qui avait pour objet l'*oxydation de la chrysoquinone*. L'étude de l'acide qui prend naissance dans cette opération a montré son identité avec l'acide biphtalique. Comme celui-ci se forme aussi, et avec plus de facilité encore, par l'action du permanganate sur la chrysocétone, il est fort probable qu'il faille admettre la formation intermédiaire de cette dernière substance. L'oxydation se porterait alors uniquement sur l'un des noyaux du groupement naphtalinique, en éliminant un atome de carbone et en transformant deux autres en carboxyles et un en carbonyle :

Chrysocétone → Acide biphtalique

M. F. Kehrmann parle de l'influence qu'exerce la constitution sur la *couleur des composés du type de l'azonium*. En comparant les spectres d'absorption des 6 indulines isomériques dont les formules suivent :

I. II. III.

IV. V. VI.

il a remarqué que l'introduction du groupe NH_2 augmente dans tous les cas l'absorption en la déplaçant du côté du rouge, et que la valeur de ce déplacement dépend de la position occupée par le substituant. Si celui-ci se trouve en *para* par rapport à l'azote tertiaire, comme c'est le cas dans les formules I, II et V, il en résulte une rosinduline rouge ; si au contraire il est situé en *para* par rapport à l'azote quaternaire (formules III et IV) on aura une rosinduline bleue ; enfin le composé VI est coloré en violet. La position *para* par rapport à l'azote quaternaire paraît donc avoir l'influence la plus considérable sur l'absorption.

Ayant ensuite comparé les spectres des trois rosindulines suivantes :

VII. VIII. IX.

et ceux de leurs dérivés aminés et acétaminés :

X. XI. XII.

l'auteur a trouvé que, dans les trois séries, la valeur de l'absorption et son déplacement vers le rouge croissent régulièrement avec le poids moléculaire de la substance. Il y a cependant une exception remarquable en ce qui concerne le composé IX. Non seulement son pouvoir d'absorption n'est pas sensiblement différent de celui du composé VIII, mais,

en outre, il est le seul des neuf corps considérés dont la solution alcoolique ne présente pas de fluorescence. Cette exception vient confirmer ce qui a été dit dans la dernière séance[1] sur la position des doubles liaisons quinoniques dans les composés de l'azonium ; elle s'explique par le fait que ces doubles liaisons sont situées, dans le corps IX, non pas du côté du noyau de la naphtaline, comme dans tous les autres composés, mais du côté du noyau du phénanthrène. La différence dans les propriétés optiques se trouve ainsi en concordance parfaite avec la différence de constitution.

Il résulte encore de cette étude que l'aposafranine n'appartient pas davantage par ses caractères optiques que par ses propriétés chimiques à la classe des rosindulines. Elle constitue le premier terme d'une autre série, qui dérive de la β-benzoquinone :

XIII. XIV. XV.

Dans cette série, comme dans la précédente, l'absorption croît avec le poids moléculaire, mais son déplacement vers l'extrémité rouge du spectre est encore plus considérable.

A. P.

1 *Archives* (4) **5**, 582.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUILLET 1898

Le 1er, rosée le matin.

2, rosée le matin; fort vent à 1 h. du soir.

4, rosée le matin; forte bise à 4 h. du soir; pluie à 7 h. du soir.

5, très forte bise depuis 7 h. du matin à 7 h. du soir.

6, très forte bise depuis 7 h. du matin à 7 h. du soir.

7, forte bise depuis 10 h. du matin à 9 h. du soir.

9, rosée le matin; forte bise depuis 4 h. du soir.

10, forte bise depuis 1 h. à 7 h. du soir; éclairs à l'est à 10 h. du soir.

13, fort vent à 1 h. et à 4 h du soir; pluie à 9 h. du soir.

14, forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.

17, forte rosée le matin.

18, forte rosée le matin.

19, fort vent à 1 h. du soir; éclairs et tonnerres au NNW. depuis 6 h. 17 m. jusqu'à 6 h. 42 m. du soir; éclairs au sud et tonnerres lointains à 9 h. du soir; éclairs à l'est à 10 h. du soir.

20, pluie depuis minuit à 4 h. du matin; pluie à 4 h. et à 9 h. du soir; depuis 3 h. 24 m. à 3 h. 57 m. du soir, tonnerres à l'W.; fort vent à 1 h. du soir.

21, forte bise à 1 h. du soir.

22, très forte rosée le matin.

23, fort vent à 10 h. du matin; à 9 h. 35 m. du matin, quelques gouttes de pluie.

24, forte rosée le matin; hâle à 10 h. du matin.

25, forte rosée le matin.

26, rosée le matin.

27, le matin, depuis 6 h. 15 m., tonnerres au NW. et à l'W.; l'orage saute brusquement à l'est, puis revient par le sud, pour continuer à l'W.; pluie à 10 h. du matin.

28, à 10 h. 50 m. du matin, tonnerres lointains; orage sur le Jura à l'WNW.; l'orage se rapproche en passant à l'W.; la pluie commence à tomber à 10 h. 10 m.; à 1 h. 27 m., tonnerres lointains; orage au NE.; à 1 h. 48 m., averse orageuse venant du NE.; à 4 h. 15 m., tonnerres au NW.

29, pluie à 1 h. du soir.

30, forte bise à 9 h. du soir.



Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 7 h. matin	733,99	Le 4 à 1 h. soir	726,20
4 à 11 h. soir	728,80	8 à 6 h. soir	727,50
6 à 11 h. soir	731,80	11 à 2 h. matin	728,58
9 à 11 h. soir	728,44	13 à 7 h. soir	723,53
11 à 11 h. soir	730,27	15 à 5 h. soir	729,80
15 à 9 h. matin	732,49	20 à 1 h. soir	725,47
17 à 4 h. matin	729,84	25 à 5 h. soir	728,40
20 à 11 h. soir	727,65	29 à midi	724,39
25 à 8 h. matin	730,06	31 à 6 h. soir	728,55
28 à 2 h. soir	726,72		
31 à 11 h. soir	730,36		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Pellegrin	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY P. Pelletier
Total...	mm 39.0	mm 27.2	mm 23.5	mm 34.3	mm 24.5	mm 27.5	mm 20.0

Durée totale de l'insolation à Jussy : 285 h 55 m.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièm. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
1	733,05	+ 5,69	731,96	733,99	+17,18	− 1,04	+10,0	+24,9	704	+ 15	490	970	...	..	N. 1	3,8	0,58	9,5	15,0	− 1,9	145,0
2	730,47	+ 3,08	729,42	732,38	+19,57	+ 1,29	+14,0	+26,1	650	− 38	460	920	...	..	SSW. 1	5,0	0,75	7,6	16,2	− 0,8	145,0
3	728,31	+ 0,90	727,80	729,62	+17,73	− 0,61	+13,9	+23,9	700	+ 13	490	950	...	..	var.	4,6	0,62	5,4	...	.....	139,0
4	727,17	− 0,27	726,20	728,80	+16,75	− 1,65	+10,2	+24,2	651	− 35	370	980	0,2	..	var.	7,9	0,63	8,2	16,2	− 1,0	138,5
5	729,77	+ 2,31	728,77	731,29	+15,12	− 3,33	+11,9	+19,0	528	−157	330	730	...	..	NNE. 2	21,3	0,40	12,6	16,0	− 1,2	140,0
6	731,28	+ 3,79	730,70	731,80	+15,04	− 3,46	+11,2	+19,7	525	−160	290	700	...	..	NNE. 3	22,9	0,47	11,6	16,6	− 0,7	140,4
7	730,98	+ 3,47	730,21	731,73	+16,70	− 1,84	+12,8	+21,2	557	−127	360	670	...	..	NNE. 2	18,8	0,22	13,0	16,8	− 0,6	137,0
8	728,71	+ 1,17	727,50	730,31	+16,35	− 2,24	+10,4	+22,9	746	+ 63	610	940	...	..	N. 1	6,5	0,67	5,9	17,3	− 0,2	134,8
9	727,39	− 0,17	726,56	728,44	+16,76	− 1,87	+11,1	+21,6	628	− 54	400	980	...	..	NNE. 2	13,7	0,08	11,2	17,6	0,0	132,5
10	728,08	+ 0,50	727,34	729,00	+15,35	− 3,32	+ 9,3	+20,9	625	− 57	400	920	...	..	N. 1	12,5	0,30	9,7	...	.....	132,0
11	729,19	+ 1,59	728,58	730,27	+15,30	− 3,40	+10,8	+20,0	694	+ 13	560	900	...	..	NNE. 1	9,4	0,65	3,8	18,0	+ 0,3	133,5
12	729,49	+ 1,86	728,32	730,11	+16,78	− 1,95	+10,9	+22,3	719	+ 39	560	970	...	..	N. 1	9,2	0,65	10,0	17,8	0,0	129,8
13	725,66	− 1,99	723,53	728,76	+18,31	− 0,45	+14,3	+25,1	652	− 28	310	900	9,7	3	SSW. 1	8,3	0,63	7,9	17,5	− 0,4	127,6
14	727,28	− 0,39	723,99	730,75	+15,17	− 3,62	+12,4	+18,4	575	−104	400	810	...	..	NNE. 2	15,6	0,27	10,8	18,0	+ 0,1	128,2
15	731,01	+ 3,32	729,80	732,49	+15,83	− 2,98	+ 8,5	+22,2	639	− 40	390	960	...	..	N. 1	7,9	0,00	12,9	18,0	0,0	127,7
16	730,04	+ 2,33	728,65	731,79	+18,40	− 0,43	+10,5	+24,8	654	− 24	440	970	...	..	N. 1	4,6	0,00	13,0	18,3	+ 0,3	126,3
17	729,21	+ 1,48	728,20	729,84	+19,84	+ 0,99	+12,9	+25,9	679	+ 1	460	960	...	..	N. 1	3,7	0,00	13,1	...	.....	122,5
18	728,96	+ 1,22	727,25	730,51	+22,15	+ 3,28	+14,3	+30,8	642	− 36	350	970	...	..	var.	4,4	0,00	13,0	19,4	+ 1,0	124,7
19	727,34	− 0,42	725,77	728,40	+21,46	+ 2,58	+15,9	+30,5	696	+ 18	430	940	4,7	2	SSW. 1	6,1	0,80	5,0	19,4	+ 1,2	125,5
20	726,48	− 1,30	725,47	727,65	+20,74	+ 1,85	+16,8	+28,5	754	+ 77	550	890	5,9	5	var.	4,4	0,88	4,0	19,0	+ 0,7	128,0
21	728,81	+ 1,02	727,60	729,77	+18,58	− 0,31	+15,6	+22,8	717	+ 40	540	880	...	..	NNE. 1	11,2	0,38	10,1	18,9	+ 0,6	131,5
22	728,15	+ 0,34	725,80	729,59	+21,42	+ 2,52	+12,4	+28,9	660	− 17	380	970	...	..	SSW. 1	7,5	0,08	12,7	19,1	+ 0,7	139,0
23	726,69	− 1,13	725,51	728,40	+22,21	+ 3,31	+18,2	+26,6	651	− 26	580	770	1,1	1	SSW. 1	9,4	0,68	3,3	19,3	+ 0,9	140,5
24	728,23	+ 0,39	727,30	729,40	+19,99	+ 1,10	+12,2	+27,5	655	− 23	380	950	...	..	var.	3,7	0,00	13,1	...	.....	141,0
25	729,14	+ 1,29	728,40	730,06	+19,25	+ 0,36	+12,6	+24,8	716	+ 38	490	940	...	..	N. 1	5,6	0,02	12,8	19,7	+ 1,2	147,0
26	729,43	+ 1,57	728,20	730,52	+19,85	+ 0,97	+12,9	+26,0	688	+ 10	440	970	...	..	N. 1	5,4	0,00	13,0	19,8	+ 1,3	147,4
27	727,81	− 0,06	726,65	729,65	+18,57	− 0,30	+13,3	+25,4	808	+130	660	960	7,8	2	var.	5,3	0,80	5,4	19,0	+ 0,4	150,0
28	726,36	− 1,53	726,10	726,72	+18,49	− 0,36	+15,3	+23,7	836	+157	670	980	4,7	3	SSW. 1	4,8	0,90	2,8	19,0	+ 0,4	143,8
29	726,18	− 1,72	724,39	727,94	+17,54	− 1,30	+15,0	+23,0	673	− 6	510	900	0,2	1	SSW. 1	10,0	0,75	5,6	19,6	+ 1,0	147,2
30	728,40	+ 0,49	727,45	730,03	+15,18	− 3,64	+12,3	+19,0	670	− 10	510	880	...	..	NNE. 1	11,3	0,47	5,9	19,7	+ 1,0	144,8
31	729,62	+ 1,70	728,55	730,36	+15,42	− 3,37	+10,6	+20,6	711	+ 30	580	850	...	..	NNE. 1	11,5	0,17	10,7	...	.....	145,0
Mois	728,67	+ 1,02			+17,97	− 0,84			671	− 8						8,91	0,40		18,11	+0,02	136,62

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,08	729,83	729,92	729,57	729,17	728,85	729,05	729,69
2e »	728,99	728,87	728,90	728,66	728,13	727,64	727,93	728,60
3e »	728,33	728,22	728,24	728,33	728,08	727,66	727,60	728,15
Mois	729,11	728,95	729,00	728,84	728,45	728,04	728,17	728,79

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 13,31	+ 11,74	+ 14,60	+ 18,42	+ 20,38	+ 20,74	+ 18,44	+ 15,61
2e »	+ 14,87	+ 13,12	+ 16,37	+ 20,01	+ 22,26	+ 22,95	+ 20,33	+ 17,27
3e »	+ 16,12	+ 14,54	+ 17,06	+ 19,86	+ 21,65	+ 22,62	+ 20,51	+ 17,82
Mois	+ 14,81	+ 13,18	+ 16,05	+ 19,45	+ 21,44	+ 22,12	+ 19,78	+ 16,93

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	816	872	725	525	430	451	556	676
2e »	835	911	742	560	497	471	601	746
3e »	819	898	783	647	589	550	648	728
Mois	823	894	751	580	508	493	603	717

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°	°		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+11,48	+ 22,44	+ 16,46	0,44	94,7	11,70	0,2	138,42
2e »	+12,73	+ 24,85	+ 18,34	0,39	93,5	7,36	20,3	127,38
3e »	+13,67	+ 24,39	+ 19,34	0,39	95,4	7,79	13,8	143,38
Mois	+12,66	+ 23,91	+ 18,11	0,40	283,6	8,91	34,3	136,62

Dans ce mois l'air a été calme 29,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 4,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 9°,3 E. et son intensité est égale à 51,1 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1898.

Le 2, brouillard à 4 h. du soir; pluie à 7 h. du soir.
3, brouillard depuis 4 h. du soir.
4, brouillard depuis 4 h. du soir.
5, brouillard à 7 h. du matin.
6, brouillard à 10 h. du soir.
7, brouillard depuis 7 h. du soir.
8, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
9, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
10, brouillard depuis 4 h. du soir.
11, brouillard depuis 7 h. à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
12, brouillard depuis 4 h. du soir.
13, brouillard à 7 h. du soir; pluie à 10 h. du soir.
14, forte bise pendant tout le jour; brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
17, dégel complet du lac.
20, pluie à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
22, brouillard à 10 h. du soir.
23, pluie à 1 h. et à 4 h. du soir.
27, pluie à 10 h. du soir.
28, brouillard depuis 7 h. du soir.
29, pluie à 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
30, brouillard pendant tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	
Le 2 à minuit	572,33	Le 1er à 4 h. matin	57
5 à 7 h. soir	567,26	6 à 4 h. matin	56
7 à 10 h. soir	569,73	12 à 7 h. matin	56
10 à minuit	567.15	14 à 5 h. matin	56
13 à minuit	569,00	18 à 7 h. matin	57
15 à 11 h. soir	572,30	22 à 6 h. matin	57
19 à minuit	572,40	26 à 4 h. matin	57
20 à minuit	570,40	30 à 4 h matin	56
26 à 7 h. soir	571,71	31 à minuit	567
29 à minuit	567,30		
31 à 11 h. soir	570,47		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm				
1	571.70	+ 3,83	571,21	571,98	+ 3.87	— 1,53	+ 0.2	+ 7,1	.....	6,0	....	NE.	1	0,12
2	570,55	+ 2.62	569.80	572,33	+ 4,88	— 0 58	+ 2.2	+12.0	.....	.....	....	NE.	1	0,53
3	568,05	+ 0.07	567,75	569,90	+ 4,18	— 1,34	+ 2,8	+ 7,4	.....	.....	....	NE.	1	0,72
4	566,63	— 1,40	566 39	567,30	+ 4.37	— 1,21	+ 2,0	+11,0	.....	.....	....	var.		0,67
5	566,62	— 1.46	566 32	567,26	+ 0,33	— 5,31	— 1,4	+ 4,3	.....	.....	....	NE.	1	0,42
6	567,49	— 0,64	565.85	568,52	+ 0.20	— 5.50	— 3,4	+ 4,7	.....	.....	....	NE.	1	0,32
7	568.78	+ 0.60	567,52	569,73	+ 2,05	— 3.70	— 2,6	+ 5,8	.....	.....	....	NE.	1	0.45
8	567,61	— 0,62	567,10	568.18	+ 3,00	— 2,80	+ 0,8	+ 5,7	.....	.....	....	NE.	1	0,85
9	566,55	— 1,72	566,14	567,15	+ 2,73	— 3,12	0,0	+ 5,9	.....	.....	....	NE.	1	0,57
10	566.71	— 1.60	566.33	567,15	+ 3,25	— 2,65	+ 1,6	+11,0	.....	.....	....	NE.	1	0,60
11	567,10	— 1.25	566 41	568,05	+ 0,68	— 5.27	0,0	+ 2,5	.....	.....	....	NE.	1	0.95
12	568,42	+ 0,03	567.84	569,01	+ 3,95	— 2.04	+ 0,2	+ 6,8	.....	.....	....	NE.	1	0,58
13	565,99	— 2,44	563,17	569,00	+ 4,45	— 1,58	+ 2,6	+11,4	.....	.....	....	NE.	1	0,57
14	563,67	— 4,80	561,17	568.00	— 1,45	— 7,52	— 3,1	+ 4,2	.....	.....	....	NE.	2	0,58
15	570,21	+ 1'70	567,80	572,30	+ 6,65	+ 0,54	+ 2,2	+10.6	.....	.....	....	NE.	1	0,00
16	571,64	+ 3.09	571.41	572,35	+ 9.82	+ 3,68	+ 5,4	+17.5	.....	.....	....	NE.	1	0,00
17	571.64	+ 3,06	571,10	572,20	+ 9,38	+ 3,21	+ 5,7	+13,4	.....	.....	....	NE.	1	0,10
18	572,05	+ 3,44	571,45	572.39	+11,75	+ 5,55	+ 6,7	+18,1	.....	.....	....	NE.	1	0,03
19	571,40	+ 2,76	570,35	572,40	+10,93	+ 4,70	+ 7,2	+20,2	.....	.....	....	SW.	1	0,48
20	569,20	+ 0.53	568,40	570,40	+ 6,85	+ 0,59	+ 4,8	+11,4	.....	34,5	....	NE.	1	0,88
21	569,45	+ 0,75	568,40	570,75	+ 6,45	+ 0,16	+ 3,5	+ 9,7	.....	.....	....	NE.	1	0,12
22	570,87	+ 2,14	570,30	571,11	+ 9,95	+ 3,64	+ 5,7	+14,5	.....	.....	....	SW.	1	0,30
23	569,80	+ 1,05	569,15	571,20	+ 9,28	+ 2,95	+ 7,2	+12,7	.....	10,2	....	NE.	1	0.47
24	569,71	+ 0,94	569,15	570,50	+ 8,35	+ 2,00	+ 5,0	+15,4	.....	.....	....	NE.	1	0,02
25	570,59	+ 1,80	569,40	571,45	+ 9,02	+ 2,65	+ 5,8	+13,7	.....	.....	....	NE.	1	0,10
26	571,51	+ 2,70	571,20	571,71	+ 9,82	+ 3,44	+ 6,7	+15,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
27	570,46	+ 1,63	569.00	571,50	+ 8,17	+ 1,78	+ 4,0	+14,6	.....	.....	....	SW.	1	0,63
28	567,35	— 1,49	566,89	569,00	+ 4,32	— 2,08	+ 3,9	+ 8,0	.....	.....	....	NE.	1	0,58
29	565,80	— 3,05	565,22	567,30	+ 3,77	— 2,64	— 0,1	+10,7	.....	.....	....	NE.	1	0,72
30	565 84	— 3,02	564,82	567,30	— 0,05	— 6,46	— 1,6	+ 2,9	.....	.....	....	NE.	1	1,00
31	568,80	— 0.07	567,40	570.47	+ 7,00	+ 0 59	— 0,5	+11,7	.....	.....	....	NE.	1	0,02
Mois	568.78	+ 0,30			+ 5.42	— 0 64								0 43

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUILLET 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	568,45	567,75	567,90	567,96	567,99	568,09	568,19	568,23
2e » ...	569,38	568,83	568,73	568,94	569,20	569,16	569,29	569,52
3e » ...	569,21	568,79	568,82	569,00	569,09	569,16	569,30	569,49
Mois	569,02	568,47	568,50	568,65	568,77	568,81	568,94	569,09

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	+ 1,98	+ 4,60	+ 5,80	+ 5,02	+ 2,82	+ 1,70
2e » ...	+ 5,21	+ 8,19	+ 8,91	+ 8,77	+ 6,29	+ 5,04
3e » ...	+ 6,27	+ 8,68	+ 8,93	+ 8,92	+ 7,40	+ 5,89
Mois	+ 4,55	+ 7,21	+ 7,91	+ 7,61	+ 5,56	+ 4,26

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	°	°		mm	cm
1re décade...	+ 0,22	+ 7,49	0,52	6,0	....
2e » ...	+ 3,17	+ 11,61	0,42	34,5	....
3e » ...	+ 3,60	+ 11,72	0,36	10,2	....
Mois	+ 2,37	+ 10,32	0,43	50,7	....

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 8,55 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 81,2 sur 100.

SUR LE PHÉNOMÈNE DE SUCCION

DES

RAYONS CATHODIQUES

PAR

UN POLE MAGNÉTIQUE

PAR

Kr. BIRKELAND

(Avec la planche I.)

---

1. Dans les *Annales de Wiedemann*, T. LXIV, livr. 3, 1898, MM. E. Wiedemann et A. Wehnelt traitent la question de l'attraction ou succion des rayons cathodiques par un pôle magnétique et ils rendent compte de la façon dont ils ont vérifié expérimentalement les prévisions suggestives inspirées à M. Poincaré[1] par mon travail sur cette même question publié dans la présente revue[2].

Ayant moi aussi, il y a un an déjà, justement à la suite de l'analyse de M. Poincaré, refait à nouveau mes expériences sur ce point, je vais pouvoir compléter le travail de MM. Wiedemann et Wehnelt et donner une méthode simple pour la détermination du rapport exis-

1 *Comptes Rendus,* 123, p. 930. 1896.
2 *Archives des sciences phys. et nat.* (4) p. 497. 1896.

tant entre la vitesse des rayons cathodiques et la différence du potentiel (entre anode et cathode) sous laquelle les rayons sont émis.

2. La figure 1 rend compte, d'après une photographie, des phénomènes lumineux présentés par un tube de Crookes à croix de Malte, sous l'action d'un électro-aimant cylindrique disposé en avant du tube et suivant son axe, de telle façon que les rayons cathodiques se propagent *vers* un pôle magnétique.

Reprenons les phénomènes un à un, tels que l'expérience les a reproduits dans un tube de Crookes où la croix de Malte était à 107 mm. du fond du tube. Avec cette grande distance, les phénomènes d'ombre que je vais décrire se dessinent bien plus nettement que quand la distance est moindre. Nous allons comparer ensuite la théorie aux résultats de l'expérience.

Lorsque l'aimant, d'abord éloigné, est rapproché du tube suivant l'axe de ce dernier, la croix d'ombre qui se trouvait d'abord debout (fig. 2 *a*) va tourner autour de l'axe de l'aimant, en même temps que la facule lumineuse sur le fond du tube et la croix d'ombre qui s'y trouve dessinée vont diminuer tous les deux. Le sens de la rotation est tel que, lorsque les rayons sont dirigés vers un pôle magnétique nord, la croix, vue du pôle, tournera comme les aiguilles d'une montre, tandis que le contraire aura lieu s'il s'agit d'un pôle sud (fig. 2, réduction de moitié).

3. Nous allons d'abord suivre les changements ayant lieu dans les taches lumineuses qui disparaissent et se reforment alternativement sur le fond du tube à mesure que l'aimant se rapproche, et jusqu'à nouvel ordre ne pas nous inquiéter des ombres qui s'y dessinent.

Lorsque la première tache lumineuse circulaire s'est réduite à peu près à la grandeur relative indiquée fig. 2 *b*, sa circonférence croise celle d'une autre tache lumineuse concentrique *croissante*, qui a été d'abord comme recouverte par la tache primitive. Celle-ci continue à diminuer et à augmenter d'éclat, tandis que l'autre, d'abord verdâtre et pâle, croît de plus en plus et devient toujours plus jaune et plus lumineuse (fig. 3).

Au moment où la première tache, réduite à un point ardent, finit par disparaître, la seconde tache commence à diminuer et à augmenter d'éclat. A un moment donné, sa circonférence croise celle d'une troisième tache concentrique verte. Cette troisième tache augmente tant que la seconde diminue, et elle devient en même temps de plus en plus lumineuse.

Lorsque la seconde tache disparaît, la troisième se met à diminuer et ainsi de suite. La dimension maximum de ces taches successives diminue, du reste, de plus en plus, en même temps que leur intensité.

4. Il est clair que ces phénomènes ne sont pas aussi simples que semblent l'indiquer les expériences de MM. Wiedemann et Wehnelt suivant qui : « Die Erscheinung erinnert an die einer schwingenden Saite bei stehenden Schwingungen. » Mais, en revanche, nous allons en analysant les résultats de l'observation, obtenir une image plus complète de l'évolution des rayons cathodiques sous l'action du pôle magnétique en question.

Les résultats ci-dessus sont de nature à nous convaincre que dans le tube de décharge, les rayons cathodiques périphériques, c'est-à-dire ceux qui s'éloignent le plus de l'axe sont les premiers amenés à intersection par les forces magnétiques et par suite à une plus grande dis-

tance de l'aimant que les rayons plus centraux du faisceau.

La figure 4 représente schématiquement en projection la marche des rayons cathodiques tant périphériques que centraux ; seulement, comme nous le verrons plus tard, deux éléments de rayons symétriques par rapport à l'axe du tube, feront partie de rayons, qui sur tout leur trajet, resteront chacun de son côté d'un même plan passant par l'axe.

Lorsque, par exemple, les rayons les plus centraux du faisceau ont formé *trois* foyers, qui se manifestent par des points brillants correspondants sur le fond du tube, les rayons périphériques en ont en général un plus grand nombre, le plus souvent 5 ou 6, dans les expériences dont je rends compte.

La tache blanche n° 1 (fig. 3) est formée ici par les rayons qui ne sont pas encore arrivés à intersection et, la tache verte n° 2 par ceux qui se sont déjà rencontrés.

5. Examinons maintenant les taches lumineuses au point de vue des ombres qui s'y dessinent.

La croix d'ombre contenue dans la tache lumineuse n°1 (fig. 2*a*) diminue en même temps qu'elle, et subit un mouvement de rotation accompagné d'une certaine torsion, à mesure que l'aimant se rapproche du tube de Crookes. Lorsque la tache lumineuse devient inférieure en dimension à celle représentée fig. 2*b*, elle diminue plus vite que la croix d'ombre, de telle sorte que celle-ci ne tarde pas à avoir ses bras légèrement tronqués. En même temps la tache lumineuse n° 2 augmente rapidement. L'expérience devient fort instructive lorsque l'aimant se trouve légèrement déplacé dans le sens transversal au tube de Crookes : alors la croix d'ombre conte-

nue dans la facule n° 1 n'est plus tronquée que d'un seul côté (fig. 5)[1], tandis que la partie lumineuse se développe fortement du côté opposé. En même temps qu'on constate cette dissymétrie dans la tache lumineuse n° 1, on en trouve une analogue dans la tache n° 2, où la région lumineuse se trouve développée d'une façon anormale du côté opposé à celui où la tache n°1 atteignait son plein. L'ombre de la tige portant la croix d'aluminium est visible dans les deux facules (fig. 5).

Si l'on dispose l'aimant d'une façon symétrique devant le tube de Crookes, on ne tardera pas, l'aimant se rapprochant, à voir la tache lumineuse n° 1 disparaître sous forme d'un point brillant, provenant du croisement des rayons centraux. La 1re croix d'ombre semble au moment de la disparition, avoir tourné d'environ 160° : le faisceau des rayons cathodiques semble donc, sur cette distance de 107mm., avoir subi une rotation de 160°. Cet angle varie fort peu, alors même que la pression dans le tube, l'intensité des décharges et celle de l'aimant varient dans une assez large mesure.

Immédiatement avant la disparition de la première tache lumineuse, on observe l'apparition d'une croix d'ombre renversée au milieu de la tache n° 2, qui, à ce moment, a acquis son maximun d'extension. Cette nouvelle croix d'ombre se développe rapidement, en partant du centre de la tache lumineuse; lorsque l'aimant se rapproche ce sont les parties périphériques de la croix qui

[1] La fig. 5 est dessinée d'après les phénomènes tels qu'ils sont apparus dans un tube où la croix de Malte était à 43 mm. seulement du fond. La figure resterait la même, quoique ici moins nette, si l'on avait employé le tube qui a servi généralement aux présentes expériences, où la distance en question était de 107 mm.

émergent les premières du centre. La première partie de la croix d'ombre qui se montre dans les taches n° 2, est l'ombre renversée et déformée de la tige portant la croix de Malte; cette ligne d'ombre part du centre dans la direction exactement opposée à celle où l'ombre de la même tige a disparu dans la tache n° 1. On distingue déjà l'ombre de cette tige dans la tache n° 2, alors que la tache n° 1 a encore la dimension indiquée par la figure 2*b*. *Il est donc clair que ce sont les rayons cathodiques périphériques du faisceau qui se croisent les premiers*, à mesure que l'aimant est rapproché du tube, les rayons plus centraux se croisent à leur tour.

Cependant la tache n° 2 diminue, pendant que la croix d'ombre invertie est d'abord en croissance (fig. 2*d*). La figure 2*c* est évidemment une image retournée de 2*b*, image produite après que les rayons se sont interséqués.

Si la croix d'ombre est tordue, comme le montre la figure, c'est évidemment que les rayons cathodiques périphériques se déplacent autour de l'axe plus rapidement que les rayons centraux et comme nous l'avons vu, ils sont les premiers à se croiser. Ces propriétés tiennent, comme nous le verrons, à ce que l'angle formé par l'axe commun de l'aimant et du tube avec les rayons cathodiques au moment où ils émanent de la cathode, est plus grand pour les rayons périphériques que pour les autres.

Lorsque la tache lumineuse n° 2 disparaît, il se produit au centre de la tache n° 3, qui a justement alors atteint son maximum de développement, une croix d'ombre plutôt indistincte, mais en sens inverse de celle contenue dans la tache n° 2. Il est pourtant toujours possible de régler l'aimant de telle sorte que la figure se

montre à peu près comme en 2*e*, où son caractère ne laisse aucun doute. Les rayons cathodiques centraux du faisceau ont alors formé un foyer n° 2.

6. Les croix d'ombre produites au fond du tube de Crookes conformément à la fig. 2 ne sont que rarement, ou même jamais, tout à fait nettes, soit qu'il y ait près du centre des branches lumineuses distordues ou, comme cela arrive aussi, plusieurs ombres se superposant ; mais l'essentiel reste toujours la croix d'ombre, telle qu'elle est indiquée par la figure.

Si l'aimant se rapproche davantage encore du tube de Crookes, on constate l'existence de plusieurs figures inverties les unes relativement aux autres ; j'en ai moi-même vu jusqu'à cinq ou six, mais on ne les suit plus bien dans leurs détails.

7. On peut toutefois faire ici une observation d'une grande importance au moment où la tache lumineuse n° 3 commence à céder la place à la tache n° 4. La fig. 6 indique, sur une plus grande échelle, ce qui se passe : tout au centre quatre petites languettes lumineuses, presque blanches, appartenant au n° 3, alors en train de disparaître, tandis que des languettes vertes, plus volumineuses, appartiennent à la tache n° 4, encore en croissance.

Un moment avant que la figure ne prît ce caractère, les quatres languettes intérieures appartenant à la tache n° 3, avaient la forme indiquée schématiquement, à une échelle plus grande encore, par la figure 7 (cette figure ne représente qu'une des languettes). Les rayons qui produisent la lumière à la pointe des languettes, sont ceux qui ont passé dans les angles mêmes, formés par les bras de la croix de Malte. Cette pointe lumineuse rétrogade à

mesure que l'aimant se rapproche davantage au tube, et elle décrit assez exactement un cercle — à peu près comme la ligne médiane de la languette représentée fig. 7. — Les autres languettes disparaissent de même. Les languettes de lumière verte, plus volumineuses, appartenant à la tache n° 4, et dont nous parlions tout à l'heure, infléchissent leur pointe vers le centre, de telle sorte que la pointe des languettes devient leur racine, tandis que les racines se détachent de leur base, et deviennent les pointes des languettes, qui vont à leur tour se rétracter et disparaître comme celles appartenant à la tache n° 3, représentées fig. 7.

Il semble résulter de là avec évidence que les rayons cathodiques donnant lieu à ces figures lumineuses se déplacent chacun autour de son axe, de telle façon pourtant que pour chaque révolution, ils rencontrent une fois l'axe du tube.

8. Les résultats précédents nous portent à croire que la cathode n'émet qu'*un seul* faisceau de rayons cathodiques, mais on peut sans peine, dans ces expériences, provoquer des états dans lesquels il y a à coup sûr plusieurs faisceaux distincts.

Si, par exemple, on dispose un tube de Röntgen avec vide très complet en série avec le tube de Crookes employé et devant sa cathode, on verra se produire, lorsque la tache lumineuse que nous avons appelée n° 1, ainsi que sa croix d'ombre, auront diminué et se seront déplacés d'un angle suffisant, une nouvelle croix d'ombre qui tourne et diminue avec une vitesse par exemple moitié moindre, lorsque l'aimant est rapproché du tube. On se convainc bien vite que ces deux croix d'ombre appartiennent à deux faisceaux différents de rayons

cathodiques. C'est précisément l'observation de cette seconde croix d'ombre se déplaçant avec lenteur, qui m'a conduit à la découverte du spectre discontinu des rayons cathodiques (voir *Archives*, t. I, juin 1896, p. 505).

En disposant un tube de Röntgen ou un micromètre à étincelles en série avec un tube à spectre comme celui employé par moi et devant sa cathode, on trouve justement dans le spectre des lignes beaucoup moins fortement déviées que la grande masse (la déviation étant souvent réduite de moitié), comme on le sait, pour des forces magnétiques constantes, les lignes du spectre sont dans leur ensemble assez rapprochées les unes des autres.

Et justement ce fait qu'elles sont très rapprochées, nous explique comment il se fait dans notre expérience ci-dessus relative à la succion des rayons cathodiques, qu'on n'ait pas plusieurs images se contrariant mutuellement. Il se peut du reste aussi que les forces magnétiques employées, qui sont relativement fortes, réduisent le nombre des chocs intermittents se succédant les uns aux autres, et partant de la cathode, pour chaque décharge de la bobine d'induction employée.

9. Je dois maintenant mentionner et discuter l'existence d'anneaux lumineux avec phosphorescence vert jaunâtre, qui se manifestent sur les parois latérales du tube de Crookes, simultanément aux modifications ci-dessus décrites dues à la *succion* exercée par l'aimant (fig. 1).

Au moment où la tache lumineuse n° 1 est sur le point de disparaître et où la croix d'ombre renversée commence à se montrer dans la tache n° 2, il se produit un anneau lumineux bien distinct sur la paroi latérale

du tube de Crookes et ordinairement dans la partie comprise entre le plan de la croix de Malte et la tache lumineuse du fond. (La position de cet anneau dépend d'ailleurs du degré de vide existant dans le tube de décharge et de l'intensité de l'électro-aimant employé). Ce premier anneau rétrograde de plus en plus en marchant vers la cathode, à mesure que l'aimant est rapproché davantage du tube de Crookes. Bientôt après le premier anneau lumineux, il se produit tout-à-coup un second anneau sur la paroi du tube, mais plus près de la cathode que le précédent, sans cependant qu'on puisse constater de changement correspondant dans la tache lumineuse avec croix d'ombre projetée sur le fond du tube. Au moment où la tache n° 2 commence à s'évanouir, on aperçoit un troisième anneau encore plus rapproché de la cathode, puis un quatrième et ainsi de suite, tous ces anneaux se rapprochant de plus en plus de la cathode, à mesure que l'aimant est rapproché du tube, et à peu près, avec la même vitesse de translation que l'aimant lui-même. Lorsque l'aimant est au plus près, on voit un grand nombre d'anneaux : j'en ai constaté jusqu'à 8 dans des tubes où le vide était poussé assez loin. Tandis que la distance entre le premier et le deuxième anneau peut être d'un ou deux centimètres, celle entre le septième et le huitième n'est plus que d'environ 5 mm.

Ce qu'il y a de plus frappant dans ces phénomènes, c'est que dans chacun des anneaux situés entre la cathode et la croix de Malte, on aperçoit l'esquisse de l'ombre, portée par les bras de cette croix. Ceci se voit surtout bien lorsque l'aimant est disposé un peu en dehors de l'axe du tube de Crookes, de telle façon que la

tache lumineuse correspondant au faisceau de rayons, objet de la succion, tombe d'une façon légèrement excentrique sur le fond du tube de décharge. Si, de cette tache lumineuse, on mène des génératrices tangentes au contour de la croix de Malte, et qu'on prolonge ces génératrices jusqu'à la rencontre des parois du tube de Crookes, on apercevra plus ou moins sur la paroi à l'intersection avec ces génératrices, des traces de l'ombre de la croix de Malte sur l'anneau le plus rapproché de la cathode.

Des lignes menées de même de la croix de Malte aux croix d'ombre contenues dans les autres anneaux, convergeront, si on les prolonge vers des points situés entre la tache et la croix, et d'autant plus loin du fond du tube, que l'anneau lumineux est lui-même plus éloigné de la cathode.

Le premier anneau peut, quoique rarement, s'effacer en partie ou même disparaître tout à fait lorsque l'aimant est très près du tube de Crookes.

Il est évident que les rayons cathodiques qui donnent naissance à ces anneaux doivent venir de l'autre côté de la croix de Malte, c'est-à-dire de la partie du fond du tube Crookes, située du même côté que l'aimant. Ces rayons ont donc une direction opposée à celle des rayons cathodiques primitifs sucés par l'aimant.

10. En ce qui concerne le nombre des anneaux lumineux, comparé au nombre des inversions du faisceau de rayons cathodiques soumis à la succion, il est malaisé de saisir une loi qui les relie.

Ce qu'on observe tout d'abord, c'est qu'il y a plus d'anneaux que de foyers au point d'intersection des rayons cathodiques les plus centraux du tube, lorsque

l'aimant se rapproche de plus en plus. Entre deux apparitions consécutives d'un pareil foyer avec phénomène d'incandescence sur la paroi du tube la plus rapprochée de l'aimant, il pourra par exemple y avoir trois anneaux lumineux. Si pourtant l'on examine de plus près le nombre des taches lumineuses consécutives (voir p. 207) qui représente jusqu'à un certain point le nombre des intersections des rayons cathodiques les plus périphériques, on trouve un nombre qui se rapproche bien plus de celui des anneaux lumineux simultanés. Comme je l'ai déjà fait observer, il se peut fort bien que les rayons périphériques aient un plus grand nombre d'intersections à l'intérieur du tube que les rayons centraux. Le nombre d'intersections des rayons périphériques ne peut, on le comprend, être trouvé exactement rien qu'en comptant le nombre des taches lumineuses successives; on ne peut donc pas ici non plus espérer établir de loi définie, si même il y en avait une.

11. Avant d'aller plus loin, je signalerai une ou deux expériences jetant un jour intéressant sur la formation du premier anneau. Si l'on met l'aimant à une distance du tube telle que le premier anneau soit situé à quelques centimètres du plan de la croix de Malte, mais *plus près de l'aimant* que la croix, on apercevra dans le clair-obscur au-dessus de l'anneau lumineux jaune bien distinct, l'ombre de la tige supportant la croix, comme la fig. 8 le montre en projection.

La courbe ABC est l'ombre de la tige qu'on suppose percer la paroi du tube au point A; LM représente un fragment du premier anneau lumineux.

Si l'on dispose l'aimant un peu excentriquement à l'axe du tube, on réussira sans peine à apercevoir au

voisinage de C l'ombre de celui des bras de la croix de Malte, auquel la tige se trouve fixée.

La fig. 8 semble montrer que les rayons cathodiques formant l'anneau lumineux sont tangents au cône de verre constituant la paroi latérale du tube de Crookes — et que deux rayons quelconques contigus du même faisceau rencontrent la paroi en des points tels que la ligne qui les joint est perpendiculaire à l'axe du tube.

Dans une autre expérience, on s'est servi d'un tube de décharge en poire, dont le volume atteignait 7500 cc., et qui était placé, avec son axe vertical, au-dessus d'un électro-aimant cylindrique de 72 cm. de longueur, dont la distance au tube était facile à régler.

Au fond du tube, il y avait une petite tige de verre oblique d'environ 15 cm. de longueur, s'appuyant d'un bout sur le fond du tube, et de l'autre sur sa paroi latérale.

Lorsqu'on remontait l'aimant vers le tube, pendant qu'il était en action, on apercevait l'ombre de la tige dans le premier anneau lumineux, aussitôt que ce dernier faisait son apparition, puis l'ombre se montrait dans le second anneau, lorsque celui-ci apparaissait à son tour : mais en même temps, ou même un peu avant, l'ombre cessait de se montrer dans le premier anneau.

Rappelons-nous que l'anneau n° 2 est situé bien plus haut que l'anneau n° 1, et plus près de la cathode.

Si l'on rapproche encore davantage l'aimant du tube, on donne lieu à l'anneau n° 3, avec une ombre vague de la tige, tandis que cette même ombre est disparue dans les deux premiers anneaux. Ayant relevé la position des plans des anneaux, à un moment donné, je trouvai qu'ils étaient : le premier à 157 mm., le second à

228 mm., le troisième à 286 mm., de l'extrémité la plus voisine de l'aimant.

Il résulte évidemment de cette expérience que les rayons qui donnent lieu aux anneaux rebroussent chemin dans le tube en avant de l'aimant. Les rayons correspondants au premier anneau, rétrogradent les premiers, et au plus loin de l'aimant; les rayons correspondants aux anneaux subséquents arrivent d'autant plus près de l'aimant, que leur numéro est plus élevé.

Le fait que les rayons rétrogradent progressivement dans le sens opposé à l'aimant, peut aussi se conclure de ce que l'intensité des taches lumineuses sur le fond du tube décroît si visiblement à mesure que leur numéro augmente.

12. Nous allons maintenant dans ce qui suit, examiner jusqu'à quel point la théorie peut expliquer les phénomènes relatés plus haut : nous partirons pour cela des équations différentielles établies par Poincaré [1] pour les rayons cathodiques soumis à l'action d'un pôle magnétique. Les rayons sont considérés comme les trajectoires de particules chargées électriquement, conformément à la théorie de Crookes, sans tenir compte pourtant de l'action exercée par ces particules chargées sur leurs trajectoires réciproques.

Nous allons donc citer d'abord les généralités de la théorie de M. Poincaré, puis nous supposerons de nouvelles conditions initiales, celles admises par M. Poincaré ne répondant pas bien à la réalité, surtout lorsque le vide est poussé assez loin dans les tubes de décharge. Nous examinerons ensuite de plus près la marche rétrogade des

[1] *Loc. cit.*

rayons, qui n'a pas été examinée par M. Poincaré. Or ce sont eux qui donnent l'explication des *anneaux*, et ils vont nous fournir une jolie méthode pour déterminer la vitesse des rayons cathodiques, et tirer au clair différents autres points connexes.

13. Voici in-extenso les passages de la note de M. Poincaré dont nous avons besoin :

« Supposons un seul pôle magnétique, que nous prendrons pour l'origine, en conservant le même axe des z [1].

Les équations s'écriront :

$$
\text{(I)} \quad
\begin{aligned}
\frac{d^2x}{dt^2} &= \frac{\lambda}{r^3}\left(y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt}\right)\\
\frac{d^2y}{dt^2} &= \frac{\lambda}{r^3}\left(z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt}\right)\\
\frac{d^2z}{dt^2} &= \frac{\lambda}{r^3}\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right)\\
r^2 &= x^2 + y^2 + z^2\,;
\end{aligned}
$$

où λ est un coefficient constant qui dépend de l'intensité de l'aimant et de la nature du rayon cathodique (c'est-à-dire, dans l'hypothèse de Crookes, de la masse de la particule matérielle en mouvement et de sa charge électrique).

On trouve aisément :

$$
\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = C,
$$
$$
r^2 = Ct^2 + 2Bt + A,
$$

A, B, C, étant trois constantes d'intégration.

On trouve ensuite :

[1] L'axe des z est le même que celui du tube et passe par le centre de la cathode.

$$\text{(II)} \qquad \begin{aligned} y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt} &= \frac{-\lambda x}{r} + a \\ z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt} &= \frac{-\lambda y}{r} + b \\ x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} &= \frac{-\lambda z}{r} + c, \end{aligned}$$

a, b, c, étant trois nouvelles constantes d'intégration liées aux trois premières par une relation simple.

On tire de là :

$$ax + by + cz = \lambda r,$$

ce qui prouve que le rayon reste sur un cône de révolution.

Comme l'accélération est perpendiculaire à la vitesse et à la génératrice de ce cône, elle est normale au cône ; d'où l'on doit conclure *que le rayon suit une ligne géodésique de ce cône de révolution.* »

14. Avant de substituer de nouvelles hypothèses initiales à celles admises par M. Poincaré, nous déduirons du système (II) quelques équations générales qui nous serviront plus tard.

En effectuant directement les calculs, on trouve :

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 + c^2 &= v^2 r^2 \sin^2 \omega + \lambda^2 \\ a^2 + b^2 &= v^2 (z^2 - 2rz\,\gamma \cos \omega + r^2 \gamma^2) \\ &\quad + \frac{\lambda}{r^2} (\lambda r^2 - 2crz + \lambda z^2) \end{aligned}$$

où ω désigne l'angle entre l'élément de trajectoire du rayon cathodique et le rayon vecteur à chaque instant donné, v la vitesse du rayon et γ est le cosinus de l'angle formé par ce même élément avec l'axe des z.

Lorsque l'axe des z est une génératrice du cône de

révolution, c'est-à-dire lorsque z peut prendre la valeur r pour des valeurs réelles, on aura, c étant $= \lambda$

$$a^2 + b^2 = v^2 r^2 \sin^2 \omega = v^2 (z^2 - 2rz\gamma \cos \omega + r^2\gamma^2) + \frac{\lambda^2}{r^2} (r - z)^2.$$

Admettons maintenant que les rayons cathodiques émergent en houppe du centre de la cathode, en formant un angle ω_0 avec l'axe z, ω_0 pouvant prendre toutes les valeurs de zéro à une certaine limite. Désignons par φ la moitié de l'angle au sommet du cône

$$ax + by + \lambda z = \lambda r$$

sur lequel se meuvent les rayons cathodiques (cône que j'appellerai cône conjugué au rayon considéré) et par z_0 la distance à l'origine du centre de la cathode.

Nous aurons donc :

$$\text{III} \left\{ \begin{aligned} & z_0 \sin \omega_0 = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{v} = r \sin \omega \\ & \lambda^2 \operatorname{tang}^2 \varphi = a^2 + b^2 = v^2 (z^2 - 2rz\gamma \cos \omega + r^2\gamma^2) + \frac{\lambda^2}{r^2} (r - z)^2 \end{aligned} \right.$$

Si l'on fait $r = z_0$, on aura :

$$\gamma = \cos \omega \quad \text{et} \quad \omega = \omega_0 < \frac{\pi}{2}$$

Nous voyons par la première des équations (III) que si le cône des rayons cathodiques est développé la trajectoire des rayons sera rectiligne.

Dans la figure 9, ψ représente le développement total du cône, c'est-à-dire que $\psi = 2\pi \sin \varphi$.

On voit par la figure que la distancein mimum r_m entre l'origine et le rayon cathodique est

$$\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{v} = r_m = z_0 \sin \omega_0 = z_1 \sin (\omega_0 + \psi)$$

où z_1 est la distance à l'origine du point où le rayon cathodique rencontre l'axe des z.

A la distance r_m, le rayon cathodique rétrograde et sur la portion de la trajectoire où il s'éloigne du pôle il suivra précisément la surface du même cône qu'à l'époque où il se rapprochait du pôle.

Si z_2 z_3 etc. désignent les distances à l'origine des points d'intersection successifs du rayon cathodique avec l'axe des z sur son chemin s'éloignant de l'aimant, nous aurons :

$$r_m = z_0 \sin \omega_0 = z_1 \sin (\omega_0 + \psi) = z_2 \sin (\omega_0 + 2\psi) =$$
$$= z_3 \sin (\omega_0 + 3\,\psi) \text{ etc.}$$

Le rayon cathodique se rapprochera de plus en plus d'une asymptote dont l'angle avec l'axe des z sur le cône développé sera égal à $\pi - \omega_0$.

15. On voit par ce qui précède que si le rayon cathodique est émané de la cathode sous un angle ω_0 relativement considérable, la valeur de φ, déterminée par la relation

$$\text{tang}\, \varphi = \frac{vz_0}{\lambda} \sin \omega_0$$

sera aussi relativement élevée, ainsi que celle de $\psi = 2\,\pi \sin \varphi$. r_m devient alors considérable et il arrive que le rayon cathodique ou bien ne rencontre plus l'axe des z (lorsque $\omega_0 + \psi > \pi$) ou en tout cas ne le rencontre qu'un petit nombre de fois.

Les rayons les plus centraux du faisceau cathodique eux-mêmes ne rencontreront pas non plus l'axe des z un grand nombre de fois dans l'intérieur du tube de décharge, attendu que le pôle de l'aimant ne pourra jamais se trou-

ver plus près du fond du tube qu'une certaine distance minimum.

Nous voyons ainsi pourquoi avec les dispositifs antérieurs, nous pouvions observer un moins grand nombre de foyers pour les rayons les plus centraux, que pour les rayons moins centraux.

16. Comme il ressortait déjà de la discussion de nos expériences relatées plus haut, les anneaux phosphorescents qui se manifestent sur les parois du tube de Crookes, sont dus pour la plupart à des rayons cathodiques *rétrogradés*. Car on a pu, au moins dans ceux du numéro le plus élevé, observer distinctement l'ombre d'objets plus éloignés de la cathode que les anneaux eux-mêmes. Il est alors naturel d'examiner si on peut les expliquer par la propriété qu'ils doivent avoir, suivant la théorie, de revenir sur eux-mêmes en suivant toujours une ligne géodésique sur leur cône conjugué.

Toutefois il saute immédiatement aux yeux que les anneaux produits sur la paroi du tube constituent un phénomène périodique et en apparence discontinu, alors qu'on serait plutôt porté à croire que l'angle ω_0 sous lequel les rayons cathodiques émanent de la cathode devrait pouvoir, sans saut brusque, parcourir toutes les valeurs comprises entre zéro et une certaine limite probable.

A vrai dire, les expériences faites sur le spectre des rayons cathodiques indiquent que la cathode émet par poussées successives des rayons qui semblent dénoter une série rapide de décharges, qui auraient lieu sous des différences de potentiel toujours décroissantes entre l'anode et la cathode, puisque sa déviabilité magnétique des rayons va en croissant, à chacune de ces poussées cor-

respondrait probablement *de préférence* un certain angle ω_0. Mais la différence entre ces angles ω_0 doit être très petite, et trop petite pour expliquer la grande distance existant entre les anneaux : sans cela le phénomène devrait se laisser constater distinctement — ce qui n'est pas — par les expériences s'occupant des ombres portées sur le fond du tube de Crookes.

Nous allons voir néanmoins que le phénomène des anneaux lumineux se laisse parfaitement expliquer, alors même qu'on admet qu'il y a toute une touffe de rayons émanant de la cathode, sans que l'angle ω_0 ait pour cela de valeurs *de préférence*.

17. Soit CO l'axe des z, le point C le centre de la cathode, et O le pôle magnétique (Fig. 10).

Le cône OBC sera le cône conjugué du rayon cathodique CP. Soit S le sommet d'un cône de révolution ayant SO pour axe et A pour angle au sommet, et répondant aussi exactement que possible à celle des faces internes du tube de Crookes sur laquelle se manifestent les anneaux lumineux.

Posons maintenant $PO = r$, $PQ = z$, $OC = z_0$, $OS = Z$ et appelons β l'angle POQ, φ l'angle COM, et α l'angle CMN, tandis que ω et γ représentent les mêmes grandeurs qu'auparavant.

Cherchons les points (r, ω) où les rayons cathodiques rencontrent le cône de verre à génératrice PS.

Le point cherché devant être situé sur ce cône de verre on a :

$$(a) \qquad \cot g\, A = \frac{Z - r\cos\beta}{r\sin\beta}.$$ [1]

[1] Si A et Z varient avec z $(= r\cos\beta)$, c'est-à-dire si nous n'as-

Mais le même point doit être aussi sur la ligne géodésique et on doit donc avoir :

$$\text{(b)} \qquad r \sin \omega = \frac{\lambda}{v} \operatorname{tang} \varphi$$

et

$$\text{(c)} \quad \cos \beta = \cos \left(\frac{\omega - \omega_0}{\sin \varphi} \right) \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi$$

Cette dernière équation s'obtient en imaginant une sphère décrite autour du point O, en remarquant que

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\sin \varphi}$$

A chaque valeur de φ correspondent ici plusieurs couples de valeurs pour r et ω; *une seule* pourtant de ces valeurs joue un rôle dans la solution du présent problème, puisque *le rayon cathodique* cesse de cheminer dès qu'il a rencontré le verre.

Mais, comme je l'ai dit plus haut, pour chaque point (r, ω) où *les lignes géodésiques* sortent du cône de verre, il y a un autre point $(r_1\ \omega_1)$ où ils y rentrent. Nous allons chercher quelle est la valeur de φ pour laquelle ces deux points coïncident, c'est-à-dire où les rayons cathodiques sont *tangents au cône de verre.*

Il convient d'ajouter ici l'équation :

$$\text{(d)} \qquad \frac{dr}{d\varphi} = 0.$$

Les 4 équations (a) (b) (c) (d) déterminent alors les valeurs de r, ω, φ et ω_0, attendu qu'on a toujours

$$\lambda \operatorname{tang} \varphi = v z_0 \sin \omega_0 .$$

similons pas la paroi interne du tube de décharge à un cône, mais d'une façon plus générale à une surface de révolution les résultats auxquels nous allons arriver tout à l'heure resteront intacts.

Les valeurs de *r* ainsi déterminées répondent à des minima possibles de distance entre l'origine et les points où le verre est frappé par les rayons cathodiques [1].

En comparant les valeurs ainsi trouvées avec celles correspondantes relevées expérimentalement sur les anneaux on fixera les valeurs de $\frac{v}{\lambda}$ qui devront être les mêmes pour tous les anneaux.

18. Les anneaux se produiraient alors comme l'indique la figure 11 :

Le premier anneau lumineux forme la limite des rayons qui frappent le verre avant d'avoir encore *rétrogradé*, c'est-à-dire avant d'avoir fait une demi-révolution chacun autour de l'axe du cône conjugué.

On voit immédiatement par la figure, qu'un rayon cathodique émané de la cathode sous un angle ω_0 si peu que ce soit inférieur à l'angle sous lequel est émané le rayon *tangent* et qui par suite chemine sur un cône conjugué, ayant un angle au sommet plus petit, ne frappera plus la paroi de verre qu'après avoir rétrogradé et rencontré une fois déjà l'axe des *z*.

Si l'on suppose des rayons ayant une valeur de ω_0 toujours décroissante, on arrivera bientôt à un rayon cathodique qui sera tangent au cône de verre après avoir fait un peu plus d'un tour complet autour de l'axe de son cône conjugué : et alors ce rayon contribuera à la formation de l'anneau lumineux n° 2.

[1] L'expérience nous a en effet montré que la région de la paroi du tube de Crookes comprise entre le premier anneau lumineux et la tache lumineuse du fond du tube reste obscure (voir fig. 1), c'est-à-dire qu'elle n'est frappée par aucun rayon venu de la cathode.

Si on continue alors à faire décroître ω_0, et cela si peu que ce soit, ce rayon correspondant n'arrivera plus à frapper le cône de verre avant d'avoir fait encore tout un tour, c'est-à-dire au total plus de deux tours, autour de l'axe de son cône conjugué, et ainsi de suite.

19. Les équations indiquées précédemment sont trop compliquées pour permettre d'en tirer aisément des valeurs numériques pour les grandeurs cherchées.

Nous pouvons cependant, par une détermination expérimentale d'une ou plusieurs des grandeurs figurant dans ces équations, obtenir une formule éminemment simple pour déterminer la valeur du rapport $\frac{v}{\lambda}$.

Puisque en effet les rayons cathodiques donnant lieu aux anneaux lumineux sont tangents au cône de verre, on aura :

$$\cos \omega = \frac{\cos (A + \beta)}{\cos A} \gamma,$$

ou bien si l'on désigne par ε l'angle formé par le rayon cathodique avec la génératrice SP du cône du verre :

$$\gamma = \cos A \cos \varepsilon$$
$$\cos \omega = \cos (A + \beta) \cos \varepsilon$$

Or, ε peut fort bien se déterminer expérimentalement, comme je le ferai voir dans un travail subséquent, et l'on pourra introduire les valeurs de γ et ω dans l'équation.

$$v^2 r^2 \sin^2 \omega = v^2 (z^2 - 2 r z \gamma \cos \omega + r^2 \gamma^2) + \frac{\lambda^2}{r^2} (r - z)^2$$

On en tirera donc la valeur de $\frac{v}{\lambda}$, toutes les autres grandeurs étant connues.

Il est encore une autre des grandeurs figurant dans les équations sus-dites que l'on peut facilement mesurer : c'est l'angle α, celui dont les rayons donnant lieu à l'anneau n° 1 ont tourné autour de l'axe de leur cône conjugué. En mesurant cet angle, on pourra également fixer le rapport $\frac{v}{\gamma}$ ainsi que nous le verrons plus tard.

(A suivre.)

THERMO-ÉLECTRICITÉ

DU

BISMUTH CRISTALLISÉ

PAR

F.-Louis PERROT

(Suite et fin[1]*.)*

(Avec la planche II.)

IIIme PARTIE

DESCRIPTION DE LA MÉTHODE ET DE L'APPAREIL EMPLOYÉS[2]

Expériences faites. — Les expériences faites au moyen des parallélipipèdes ainsi obtenus ont consisté à suivre la marche des forces électromotrices thermo-électriques développées par diverses différences de température des soudures, tant dans le sens || que dans le sens ⊥, entre le *bismuth* et le *cuivre*. Un nombre assez considérable de mesures ont fourni des données suffisantes pour construire des graphiques au moyen desquels on peut se rendre compte de la marche du phénomène, calculer

[1] Voir *Archives*, t. VI, août 1898, p. 105.

[2] Voir la planche II. L'appareil y est représenté d'une manière à demi-schématique en ce sens que les proportions des diverses pièces et leurs distances respectives n'ont pas pu être conservées dans le dessin.

les rapports des forces électromotrices $\frac{\parallel}{\perp}$ aux divers points de l'échelle thermométrique entre 10° et 100° dans plusieurs parallélipipèdes, comparer ces parallélipipèdes, etc.

Comme faces $\perp$ on a choisi celles qui dans chaque prisme avaient des dimensions égales ou comparables à celles des faces $\parallel$ afin d'opérer dans des conditions semblables dans les deux sens au point de la conductibilité thermique, ce qui avait l'avantage de restreindre le nombre des mesures de températures.

Principe de l'appareil. — La face inférieure du parallélipipède de bismuth reposait sur la partie horizontale parfaitement polie d'une plaque de cuivre épaisse (c) dont les deux prolongements, coudés en fer-à-cheval, plongeaient verticalement dans un grand vase plein d'eau froide.

Sur la face supérieure du prisme de bismuth (Bi) venait s'appliquer le fond en cuivre d'une petite boîte métallique (b) parcourue par un courant d'eau chaude. — Les soudures étaient ainsi constituées par le simple contact du bismuth avec deux plaques de cuivre maintenues chacune à une température différente. On pouvait donc déplacer ou changer les parallélipipèdes en soulevant momentanément la boîte. — L'inconvénient d'une soudure ainsi mobile réside dans la difficulté théorique de pouvoir réaliser toujours la même adhérence par pression entre le cuivre et le bismuth. Je suis arrivé heureusement en pratique à obtenir un serrage très constant, grâce d'une part à l'étendue des surfaces de contact et d'autre part au mode de serrage adopté.

Presse. — Ayant fait l'heureuse trouvaille d'un vieil instrument dont les serruriers se servent pour tarauder

sous le nom de *presse à coussinets,* je me proposais d'abord de ne l'utiliser qu'à des essais préliminaires. Mais, avec quelques perfectionnements, je vis que cet objet me fournissait des résultats d'une concordance étonnante, grâce il est vrai aux dimensions exceptionnelles des blocs de bismuth.

La presse en question consiste en une sorte de fer-à-cheval en bronze dont les branches sont réunies par une traverse en acier, à travers laquelle passe une longue vis. Les branches du fer à cheval sont biseautées en dedans et deux pièces de plomb y sont encastrées de façon à pouvoir se déplacer à frottement gras le long des biseaux, sans ballotter. Le bloc de plomb inférieur reste plaqué au fond du fer à cheval et n'avait pas d'utilité. L'autre bloc (a) se meut de haut en bas quand on serre la vis, ou peut être relevé en sens inverse quand on l'a desserrée. Sous la vis est une pièce d'acier qui empêche que le plomb soit déformé par le contact direct de la vis. — Sous le plomb mobile est suspendue une pièce en ébonite. Elle est creusée en assiette à sa partie inférieure de manière que la petite boîte ronde (b) puisse s'y enfoncer légèrement. L'assiette d'ébonite n'est pas fixée au plomb d'une façon rigide, mais simplement suspendue par une vis à moitié serrée, qui lui permet de s'incliner légèrement en tout sens. Au-dessous de l'assiette se place la boîte métallique (b) servant au chauffage. Elle porte deux ajutages, l'un pour l'entrée, l'autre pour la sortie de l'eau chaude. — La plaque (c) de cuivre, coudée en fer à cheval, est encastrée dans un bloc d'ébonite qui l'isole du plomb inférieur. Cette ébonite a aussi un certain jeu et n'est que retenue par les biseaux de la presse.

Serrage. — En serrant toujours la vis jusqu'à *premier*

refus, c'est-à-dire en ne s'arrêtant qu'après avoir senti une résistance décidée très facile à remarquer, sans chercher à forcer ensuite le serrage, on arrive à obtenir des serrages parfaitement constants. J'ai vérifié la chose un nombre considérable de fois, tant au cours des mesures définitives qu'au cours des essais préliminaires. L'enlèvement et la remise en place des bismuths ramenait constamment les mêmes déviations du galvanomètre, toutes choses (autres que le serrage) égales d'ailleurs, pourvu qu'on serrât assez les pièces mobiles contre le bismuth pour rencontrer une certaine résistance assez brusque qu'il est facile de reconnaître. Une fois ce degré de serrage [1] obtenu, venait-on à desserrer d'un quart ou d'un demi-tour de vis, la force électromotrice baissait légèment, pour revenir à sa valeur primitive quand on resserrait.

L'existence de la pièce de plomb contribue probablement à donner au serrage une régularité et une douceur qu'on n'obtiendrait peut-être pas avec des glissements de métaux plus durs, et le jeu laissé à l'ébonite évite qu'on force et fausse le bismuth s'il est accidentellement mal placé.

Mesure des températures des soudures. — L'évaluation des températures t et t' des soudures se faisait par compensation et réduction à zéro des forces électromotrices de quatre soudures auxiliaires *cuivre-maillechort*. Deux de ces soudures étaient logées entre les cuivres et le bismuth dans les deux plans de contact ; deux autres, opposées respectivement à chacune des deux premières, plongeaient

[1] Nous évitons le mot de *compression* parce que le bismuth n'était point comprimé mais fermement appliqué contre les cuivres.

dans des vases d'eau dont on faisait varier la température jusqu'à réduction à zéro des déviations du galvanomètre. On pouvait ainsi connaître les températures des plans de contact par les températures des vases d'eau où plongeaient des thermomètres à mercure.

Comme détail technique disons que les soudures *cuivre-maillechort* étaient fixées dans des rainures faites d'un trait de scie, diamétralement sur la surface des cuivres. Ces soudures affleuraient ainsi exactement ces surfaces et touchaient le bismuth. Quant au montage des fils jusqu'au galvanomètre, en passant par les soudures de comparaison, la figure au haut de la planche II et l'explication de l'usage des commutateurs le font comprendre suffisamment. On remarquera que deux des fils servent à la fois à la mesure des températures et à la mesure du courant de la pile bismuth-cuivre.

La soudure (t'_1) antagoniste de celle du plan de contact chaud (t') était plongée dans un entonnoir protégé contre le refroidissement par une double paroi. Dans cet entonnoir, fermé par un robinet, était de l'eau à une température de un ou deux degrés plus élevée que celle du plan du contact t'. On remuait l'eau avec le thermomètre et la température était lue quand le galvanomètre était à O; la température de t'_1 ayant baissé peu à peu, se trouvait alors égale à celle de t'.

De même pour la température de la soudure (t) du plan de contact froid. Sa soudure antagoniste (t_1) était plongée dans un autre entonnoir plein d'eau froide dont on élevait la température en y mêlant, par petites portions, de l'eau moins froide jusqu'à ce que le galvanomètre fût à O. A cet instant la température de t_1 est la même qu'en t. Il faut répéter l'opération assez souvent



entre les mesures des forces électromotrices Bi-Cu et faire au besoin une double lecture du O en revenant en sens inverse à la température d'équilibre si on l'a dépassée. Les robinets au-dessous des entonnoirs permettent d'enlever une partie de l'eau, en l'évacuant dans un conduit, et la place se fait pour les quantités d'eau froide ou chaude qu'il faut rajouter.

Pour ces mesures de températures il faut laisser au galvanomètre une grande sensibilité. Avec le réglage que j'avais, je devais supprimer le shunt et mettre en court circuit une résistance de six ohms, qui m'était nécessaire pendant les mesures des déviations bismuth-cuivre ; lors de ces dernières le miroir sortait en effet de l'échelle, malgré le shunt, si l'on n'ajoutait pas une résistance sur le galvanomètre, quand la différence des températures des soudures dépassait une douzaine de degrés.

Les mesures thermométriques individuelles sont faites à 0°,1 près; la moyenne donne le 0°,05 en général.

Chauffage et refroidissement des soudures. — La soudure supérieure est chauffée par de l'eau qui circule constamment dans la petite boîte. Cette eau est tirée par siphonement d'un réservoir cylindrique, pouvant renfermer de 130 à 150 litres. Un bouilleur à eau prolongé en serpentin contre les parois à l'intérieur du réservoir permet d'amener son contenu à une température de 60°. Cependant il n'a été fait usage de ce système de chauffage que jusque vers 40° ou 45°. Si l'on dépasse cette température, l'excès sur la température de la chambre est trop grand et, à moins de régler le bec sous le brûleur[1]

[1] Ce qui serait fort difficile vu la diminution continue du volume d'eau dans le réservoir.

le refroidissement de l'eau est trop rapide pour que les mesures successives soient comparables. Il serait alors nécessaire de reprendre à chaque instant les températures ce qui éloignerait trop les unes des autres les mesures sur le bismuth. Mais si l'on s'en tient à des températures de 20 à 35°, la provision d'eau chaude est suffisante pour faire des séries entières de mesures, sans que la température t' baisse de plus de 1 ou 2 degrés. Dans ces conditions les mesures de températures sont très exactes, celles du bismuth-cuivre bien comparables, de sorte qu'en prenant des moyennes et en fractionnant convenablement les séries, on élimine l'effet du refroidissement. — Quand il a fallu des températures supérieures à 40° j'ai fait usage, vers 50 à 70°, d'un petit fourneau dans lequel un filet d'eau circulait à travers un tuyau enroulé en deux spirales horizontales superposées. L'eau se tiédissait dans la supérieure, se chauffait dans l'inférieure, d'où elle se rendait dans la boîte.

Pour arriver vers 100° j'employais un courant de vapeur très rapide, obtenu en chauffant fortement de l'eau dans une bombe en bronze. La vapeur après avoir traversé la boîte et parcouru un assez long tuyau de caoutchouc sortait dans un canal étant encore absolument sèche et à une température de 97 à 99°. La soudure supérieure variait entre 93° ou 96° suivant la pression atmosphérique et suivant la température de la soudure inférieure, vers laquelle une partie de la chaleur de la boîte s'écoule naturellement par conductibilité.

Pour refroidir à t la soudure inférieure j'ai d'abord opéré dans un grand nombre de mesures en laissant simplement plonger les prolongements verticaux du fer à cheval de cuivre dans l'eau d'un grand vase. Mais il a fallu

faire autrement plus tard, quand l'usage du potentiomètre a permis de contrôler par une autre méthode les résultats obtenus par les simples déviations du galvanomètre. En outre le brassage fait avec un agitateur en verre manœuvré à la main était insuffisant. J'obtins néanmoins avec ce système un premier tracé de courbes représentant les forces électromotrices d'après les déviations du galvanomètre causées par le courant thermo-électrique bismuth-cuivre. Ce tracé ne s'écarte pas beaucoup comme allure des courbes définitives.

Lors des mesures définitives un courant constant d'eau froide arrivait par en bas dans le vase où plongeait le cuivre; le niveau de l'eau affleurait la soudure inférieure et les prolongements du cuivre plongeaient de deux ou trois centimètres dans l'eau en avant et en arrière.

L'eau renouvelée sans cesse retombait dans un second vase après avoir ruisselé le long des parois du premier, ce qui achevait d'empêcher tout réchauffement par l'extérieur. Du second vase elle se rendait dans le canal d'évacuation commun à toute l'installation.

Pour assurer le brassage de l'eau, des bulles d'air étaient dégagées au fond du vase au moyen d'un soufflet. Cet instrument était placé près de la lunette du galvanomètre. De cette façon au moment de faire la lecture, l'eau pouvait être remuée dans toute sa masse.

Ce brassage est essentiel pour éviter un réchauffement graduel de l'eau dans le voisinage du cuivre inférieur. Ce dernier recevant de la chaleur par conductibilité à travers le bismuth, la soudure inférieure est toujours à une température un peu plus élevée que l'eau froide qui la baigne. Il n'y a pas à se préoccuper de cet excès à condition que le brassage soit suffisant pour le

maintenir constant pendant la mesure de la force électromotrice *Bi-Cu* et celles des températures *t* et *t'* correspondantes.

Mesures galvanométriques. — La première méthode de mesure des courants thermo-électriques développés entre le bismuth ∥ ou ⊥ et le cuivre a consisté à observer les déviations produites par le courant sur un galvanomètre dont la résistance, quoique faible, était très grande par rapport à la résistance intérieure du couple. Dans ce cas il a été admis que E = I et le galvanomètre a été employé comme boussole des tangentes. Les mesures au potentiomètre ont confirmé la légitimité de cette supposition, à savoir que les forces électromotrices étaient bien proportionnelles aux déviations, toutes corrections faites aux chiffres lus sur l'échelle en tenant compte de sa distance au miroir et de la grandeur de la déviation lue.

Le *galvanomètre* est du type d'Arsonval-Wiedemann avec un fort amortissement et deux demi-bobines valant ensemble 1, 2 ohms.

La résistance du shunt était de 0,0275 ohm. Celle des fils conducteurs depuis les soudures Bi-Cu jusqu'au shunt étaient de 0,066 ohm; le shunt était placé près des commutateurs. De ceux-ci au galvanomètre se rendaient deux fils représentant ensemble 0,222 ohm. Une résistance supplémentaire de 6 ohms a toujours été mise en série sur le galvanomètre après le shunt lors des mesures faites pour établir les courbes de 0 à 100°. On l'enlevait quand on ne maintenait pas une différence de plus de 10 à 12 degrés entre les températures *t* et *t'*. Pour des différences plus grandes le miroir serait sorti de l'échelle si l'on n'avait pas augmenté la résistance.

On a vérifié avec soin qu'il ne se produisait pas de



courants parasites en dehors des piles cuivre-bismuth ou cuivre-maillechort, et que ces deux systèmes de piles ne confondaient pas leurs effets.

Mesures potentiométriques. — Il n'est pas nécessaire de rappeler ici la description et l'usage du potentiomètre que l'on trouvera dans les traités de mesures électriques. J'employai le montage habituel, avec un fil à curseur valant 0,330 ohm à 18°. Les valeurs absolues des résistances ont été souvent changées afin d'opérer avec des degrés de sensibilité différents.

Toutes les mesures de contrôle faites au moyen du potentiomètre pour comparer ses données à celles de la méthode galvanométrique ont été faites avec un élément étalon Daniell d'environ 1,0 volt. Mais la force électromotrice de cet élément a varié au bout de quelques semaines, aussi ces mesures ne peuvent compter que comme comparaison avec des expériences faites dans la même journée ou à très peu de jours d'intervalle.

Pour l'estimation absolue en volt des forces électromotrices j'ai pris un étalon Gouy valant $1^{v},386$ à 18° et fait quatre mesures à des températures différentes, faciles à maintenir très constantes. Ces résultats, résumés dans un tableau, ont été combinés de façon à fournir une valeur moyenne en volt correspondant à une division de l'échelle des courbes.

Manœuvre des commutateurs. — Les commutateurs comprenaient 14 godets à mercure et 5 contacts ou clefs en gros fils de cuivre recourbés lesquels permettaient de faire communiquer entre eux tels ou tels godets où plongeaient certains fils de façon permanente. Ces commutateurs, dont le schéma est donné au-dessous de la figure de l'appareil (planche II), m'ont permis d'employer *un*

seul et même galvanomètre réglé une fois pour toutes et d'effectuer *sans aide* plusieurs opérations qui devaient se succéder chaque fois très rapidement.

L'explication de la manœuvre des commutateurs peut remplacer le paragraphe que les auteurs intitulent souvent *marche d'une expérience*. Les opérations à faire dans d'autres parties de l'appareil ont été suffisamment signalées à propos de sa description et de celle du chauffage ; l'usage du galvanomètre est trop connu pour qu'on s'y arrête.

En suivant sur le schéma on verra que :

1° *Pour mesurer la température de la soudure froide* t on réunit D à F et A à E ; puis O à K et I à H ; on supprime la résistance R (6 ohms) en réunissant K à M. Le courant va alors de t à t_1 (soudure antagoniste) puis à D .. F... I... H... G (galvanomètre)... M... K... O... E... A... t.

2° *Pour mesurer la température de la soudure chaude* t' on réunit : B à F ; C à E ; K à M ; O à K ; I à H. Le courant va donc de t' à t'_1 (soudure antagoniste)... C... E... O... K... M... G... H... I... F,.. B... t'.

3° *Pour mesurer la déviation causée par le bismuth-cuivre* entre t et t' on réunit : A à F ; O à K ; H à I ; B à E ; on shunte par la résistance S en réunissant K à J ; on intercale (en général) la résistance R en reliant K à O et L à M. Le courant va donc de t à t' à travers le bismuth, puis à B... E... O... K... R... L... M... G... H... I... F... A... t.

On peut produire la déviation dans les deux sens sur l'échelle (ce qui a toujours été fait) en reliant alternativement KO et HI, puis OH et KI, au moyen de deux fils coudés deux fois, reliés par un manche commun de matière isolante.



4° Pour opérer la réduction à zéro avec le potentiomètre, on supprime S et R des circuits. B (pôle +) est en relation permanente avec N. On joint N à M, et H au potentiomètre +. Le fil du curseur du potentiomètre, qui doit aboutir au pôle — de la pile thermo-électrique, se plonge dans A.

Ainsi, le circuit va du potentiomètre (—) à A ... *t* ... *t'* ... B ... N ... M ... galvanomètre ... H ... (+) du potentiomètre.

Pendant le réglage du potentiomètre avec l'étalon (*p*) il faut plonger son fil + dans N au lieu de plonger celui du curseur dans A. On a alors le circuit commun à l'étalon *p* et à la pile auxiliaire (P) de (—) à N ... M ... galvanomètre ... H et retour à (+).

Pour lancer le courant dans le galvanomètre, on peut se servir du contact qui réunit M à N, ou, de préférence, intercaler un manipulateur entre N et M au lieu du contact.

IVme PARTIE

Mesures relatives aux prismes P et G.

Après des essais préliminaires variés, faits en vue de m'assurer de la valeur de l'appareil et de la méthode générale, j'ai fait une grande quantité de mesures qui ont permis d'établir les courbes des forces électromotrices entre 0° et 45° environ pour P et G. Ces déterminations ont déjà montré quelle était l'allure du phénomène entre ces limites. Mais, lorsque je voulus les contrôler avec le potentiomètre, je m'aperçus que les résultats de ce dernier ne concordaient pas exactement avec ceux qu'avait donnés le galvanomètre. En perfectionnant le brassage de

l'eau froide et en remplaçant le simple bain par un courant d'eau sans cesse entretenu dans le vase, je vis les résultats des deux appareils devenir identiques.

Il fallut renoncer à faire des expériences en partant de 0°, vu la difficulté de maintenir à cette température la soudure inférieure, la glace fondant par conductibilité autour du cuivre. Quelques essais avec des mélanges réfrigérants n'ont pas donné des résultats suffisamment précis, tout en permettant de voir que les courbes suivraient une marche régulière de + 10° à — 10°.

Le potentiomètre employé seul donna le rapport des forces électromotrices *f. e.* $\frac{\|}{\perp}$ à diverses températures.

Voici le relevé de ces mesures :

P $\frac{\|}{\perp}$

t	*t'*	Rapport
10°	20°	2,33
10	20	2,35
10	20	2,36
26,2	44,9	2,16
25,7	43,4	2,18
25,1	42,5	2,22
25,1	42,5	2,23
30	40	2,21

G $\frac{\|}{\perp}$

t	*t'*	Rapport
10°	20°	2,36
10	20	2,35
26	46	2,22
26	46	2,19
25	41	2,27
30	40	2,22

La suite du travail consista à employer concurremmen le galvanomètre et le potentiomètre, en substituant immédiatement l'un à l'autre dans une même série, au moyen du commutateur, et en les alternant plusieurs fois, pour chaque prisme et chaque direction. Une certaine quantité d'expériences furent faites sans appliquer au galvanomètre la résistance supplémentaire de 6 ohms.

Ces expériences correspondent à des différences de température inférieures à 12°.

Leur but était de bien s'assurer de l'identité des résultats donnés par les deux appareils. Elles ont prouvé que la résistance intérieure de la pile thermo-électrique est négligeable ; on pouvait s'y attendre étant donnés la forte section et le peu de longueur des prismes dans le sens du courant.

On peut donc considérer justement que les déviations vraies du galvanomètre sont proportionnelles aux forces électromotrices, et on serait en droit de se servir uniquement du galvanomètre après l'avoir étalonné au potentiomètre.

Voici quelques exemples du détail des mesures, tirés de mon cahier d'observations :

Mesures du 25 février. — 150 ohms sur le fil du potentiomètre.
Galvanomètre sans résistance supplémentaire.

Prisme P.

$t = 17,35°$ $t' = 30,1°$

Potentiomètre :	‖ 559 mm.	⊥ 245 mm.		Rapport : 2,28.			
2de lecture :	‖ 558 »	⊥ 245 »					
Moyenne galvanomètre :	⊥ 373	gauche	637	droite.	1/2 dév. brute	132	
» »	‖ 812	»	203	»	»	304,5	
Potentiomètre :	‖ 548 mm.	⊥ 239 mm.		Rapport : 2,29.			
Galvanomètre :	‖ 207	gauche	809	droite.	1/2 dév. brute	301,0	
	⊥ 377	»	632	»	»	127,5	

$t = 17,45°$ $t' = 29,8°$

Résumé.

Moyenne des températures : $t = 17,40°$ $t' = 29,9$
Moyenne des déviations brutes : ‖ 302,7 ⊥ 129,7
tg φ, corrigé : ‖ 297,7 ⊥ 129,3

$\frac{\parallel}{\perp}$ Rapport par galvanomètre : 2,30.
Rapport par potentiomètre : 2,285.

Mesures du 1er mars. — Mêmes conditions.

Prisme G.

$t = 12{,}25°$ $t' = 21{,}7°$

Galvanomètre :	‖ 307 gauche	⊥ 694 droite	} ½ déviat. brute 192,7	
2de lecture :	309	693		
Galvanomètre :	⊥ 417 gauche	⊥ 582 droite	} »	83,0
	416	ǀ 583		
Potentiomètre :	‖ 367 mm.	⊥ 154	Rapport : 2,38	
Galvanomètre :	‖ 299 gauche	‖ 702 droite	} 1/2 déviat. brute 201,2	
2de lecture :	300	702		
	⊥ 416 gauche	⊥ 583 droite	} »	83,2
	417	583		
Potentiomètre :	‖ 361	⊥ 152	Rapport : 2,37	
Galvanomètre :	‖ 304	‖ 700	} ½ déviat. brute 198,2	
2de lecture	302	699		

$t = 12{,}35°$ $t' = 21{,}60°$

Résumé.

Moyenne des températures : $t = 12{,}3°$ $t' = 21{,}65°$
Moyenne des déviations brutes : ‖ 197,3 ⊥ 83,1
tg φ, corrigé : ‖ 195,9 ⊥ 83,1

$\frac{\|}{\perp}$ Rapport par galvanomètre : 2,357
Rapport par potentiomètre : 2,375

Pour établir les courbes allant de $+ 10°$ à $+ 100°$ environ et opérer, par conséquent, entre des intervalles de température dépassant le plus souvent 12°, il a fallu mettre sur le galvanomètre la résistance supplémentaire de 6 ohms.

Exemples de mesures faites dans ces conditions :

Mesures du 2 mars. — Courant de vapeur dans la boite. — 30 ohms sur le fil du potentiomètre. — Résistance supplém. de 6 ohms sur le galvanomètre.

Prisme P.

$t = 17,1°$ $t' = 94,6°$

Galvanomètre :	⊥ 310 gauche	⊥ 694 droite	½ déviation brute 191,7
	311	694	
Galvanomètre :	‖ 122	892	» 384,7
	123	892	
Potentiomètre :	⊥ 352	‖ 701	Rapport : 1,986
2de lecture :	⊥ 352	‖ 699	
Galvanomètre :	⊥ 317 gauche	⊥ 692 droite	½ déviation brute 187,7
	317	693	
	‖ 119	‖ 896	» 388,2
	121	897	

$t = 17,35°$ $t' = 94,6°$

Potentiomètre :	‖ 703	⊥ 354	Rapport : 1,986
Galvanomètre :	⊥ 315	693	½ déviation brute 190
	312	694	
Potentiomètre :	‖ 698	⊥ 354	Rapport : 1,972

Résumé.

Moyenne des températures : $t = 17,25°$ $t' = 94,6°$
Moyenne des déviations brutes : ⊥ 189,8 ‖ 386.4
tg φ, corrigé : ⊥ 188,5 ‖ 376,2

$\frac{\|}{\perp}$ Rapport par galvanomètre : 1,995

Rapport par potentiomètre : 1,981

Dans l'exemple suivant, la série ayant duré un temps assez long et les températures ayant changé notablement du début à la fin, elle a été scindée en deux pour l'établissement des moyennes.

Mesures du 7 mars. — 50,3 ohms sur le fil du potentiomètre.

Prisme G.

$t = 13{,}15^\circ$ $t' = 40^\circ$

Galvanomètre:	⊥ 448 gauche	551 droite	½ déviation brute 52,0
2de lecture:	448	553	
Galvanomètre:	‖ 375	623	» 124,0
2de lecture:	375	623	
Galvanomètre:	⊥ 446	552	» 53,0
Potentiomètre:	‖ 396	⊥ 177	Rapport : 2,23
Galvanomètre:	‖ 372 gauche	⊥ 624 droite	½ déviation brute 126
	⊥ 443	554	» 55
	444	553	
Potentiomètre:	⊥ 176	‖ 392	Rapport : 2,23
	175		
Galvanomètre:	‖ 374 gauche	624 droite	½ déviation brute 124,5
2de lecture:	375	623	
Galvanomètre:	⊥ 444	554	» 55
Potentiomètre:	⊥ 178	‖ 412	Rapport : 2,28
	182		

$t = 12{,}45^\circ$ $t' = 41{,}1^\circ$

Galvanomètre:	⊥ 442 gauche	560 droite	½ déviation brute 58,7
2de lecture:	442	559	
Galvanomètre:	‖ 369	633	» 131,7
	369	632	
Potentiomètre:	⊥ 187	‖ 420	Rapport : 2,27
	188	422	
	184	419	
	182		
Galvanomètre:	⊥ 442 gauche	560 droite	½ déviation brute 58,5
	444	560	
	‖ 368	635	» 134,0
	368	637	

$t = 11{,}75^\circ$ $t' = 42{,}0^\circ$

Résumé.

a) Moyenne de la première partie de la série : $t = 12{,}8^\circ$ et $t' = 40{,}5^\circ$

Moyenne des déviations brutes ‖ 125 ⊥ 53,5

tg φ, corrigé ‖ 124,5 ⊥ 53,4

$\frac{\parallel}{\perp}$ Rapport par galvanomètre : 2,331

Rapport par potentiomètre : 2,254

b) Moyenne de la seconde partie de la série : $t = 12,05^\circ$ et $t' = 41,5^\circ$
Moyenne des déviations brutes ‖ 132,8 ⊥ 58.6
tg φ, corrigé ‖ 132,4 ⊥ 58,6

$\frac{\|}{\perp}$ Rapport par galvanomètre : 2,259

Rapport par potentiomètre : 2,272

Pour certains intervalles, on a employé le galvanomètre seul. Exemple :

Mesures du 14 mars. — Avec le galvanomètre seul, augmenté de 6 ohms. — On a fait usage des spirales pour chauffer le courant d'eau à 64°.

Prisme P.

$t = 11,0^\circ$ $t' = 64,0^\circ$

Galvanomètre :	‖ 255 gauche	‖ 746 droite	½ déviation brute 490,0
	256	745	
	⊥ 379	⊥ 617	» 237,0
	380	616	
	‖ 251	‖ 749	» 497,0
	253	749	
	⊥ 377	⊥ 617	» 238,5
	379	616	
	‖ 253	‖ 749	» 495,5
	253	748	

$t = 11,3^\circ$ $t' = 63,8^\circ$

Résumé.

Moyenne des températures : $t = 11,15^\circ$ $t' = 63,9^\circ$
Moyenne des déviations brutes : ‖ 247,1 ⊥ 118,8
tg φ, corrigé : ‖ 244,5 ⊥ 118,5

$\frac{\|}{\perp}$ Rapport : 2,063

Les deux tableaux qui vont suivre résument les résultats définitifs; le second (*b*) renferme tout le matériel qui a servi à la construction des courbes P et G. L'échelle des températures dans le graphique est arbitrairement choisie : un millimètre sur l'axe des abscisses valant 0°,2 centi-

grade. Sur l'axe des ordonnées, un millimètre représente une division (corrigée) de l'échelle du miroir galvanométrique[1]. Les chiffres des tg φ corrigées, sont donc égaux aux nombres de millimètres des ordonnées qui représentent ces tangentes. La valeur du millimètre en volt sera donnée plus tard. Les courbes ont été construites de proche en proche au moyen des résultats ci-dessous.

[1] Les points ayant été fixés sur le graphique à l'aide d'une règle graduée en millimètres il faut ne pas se préoccuper de l'erreur de quadrillage signalée dans la légende (planche II) et faire abstraction pure et simple des traits horizontaux.

	F							G						
Date de l'expér.	t	t'	tg φ corrigé ‖	tg φ corrigé ⊥	Rapp. par galvan.	Rapp. par potent.		Date de l'expér.	t	t'	tg φ corrigé ‖	tg φ corrigé ⊥	Rapp.: ‖/⊥ par galvan.	Rapp.: ‖/⊥ par potent.
1er mars	12°60	21°45	198,9	88,9	2,270	2,281	a)	1er mars	[illegible]	[illegible]	196,9	83,1	2,357	2,378
25 février	14°67	21°85	162,0	70,7	2,291	2,297		26 février	[illegible]	[illegible]	[illegible]	119,5	2,365	2,360
28 »	14°60	21°90	174,2	73,3	2,376	2,288								
25 »	17°40	29°90	297,7	129,3	2,294	2,288								
8 mars	10°95	32°60	97,5	44,25	2,203	2,177	b)	7 mars	12°80	40°50	194,5	88,4	[illegible]	2,254
8 »	11°95	37°70	116,2	52,5	2,213	2,209		7 »	12°05	41°50	192,4	86,6	[illegible]	2,272
2 »	17°25	94°60	376,2	188,5	1,995	1,986		3 »	12°60	94°60	376,9	190,3	1,980	1,972
5 »	12-17° (variable)	94°6	moyenne :		1,901	1,928		3 »	12°75	94°60	380,5	187,0	2,034	2,012
14 »	11°15	63° 90	244,5	118,5	2,063	—		5 »	15°70	94°50	—	—	—	1,988
15 »	9°37	21°0	48,12	20,65	2,330	—		12 »	11°55	70°0	265,1	125,4	2,114	—
								12 »	10°45	50°0	175,0	79,8	2,193	—
								15 »	9°37	21°0	45,53	18,72	2,432	—

Mesures faites sur d'autres prismes.

Tous les résultats qui précèdent se rapportent aux deux prismes P et G, pour lesquels des courbes complètes ont été tracées. Quant aux nouveaux prismes M, A, O, etc., je n'ai pas cru devoir en faire l'étude détaillée aux divers points de l'échelle thermométrique et me suis contenté de fixer quelques points indiquant leurs positions relatives sur le même graphique que P et G.

Ce travail a été compliqué par le fait que le galvanomètre dont je me servais a dû être déplacé un jour pour cause de force majeure ; quand il a été replacé, son réglage n'a pas pu être rétabli identique à ce qu'il était auparavant. Il a fallu raccorder le nouveau réglage avec l'ancien. Pour cela, j'avais deux moyens. L'un consistait à refaire quelques expériences avec un des anciens prismes à des températures t et t' faciles à maintenir constantes, à mesurer la déviation obtenue, et à chercher sur le graphique le nombre de millimètres correspondant à la longueur d'ordonnée comprise entre ces mêmes températures pour le même prisme avec l'ancien réglage. Je pouvais ainsi calculer le rapport du nouveau réglage à l'ancien.

Une autre méthode, que j'ai employée un plus grand nombre de fois, consistait à ne plus se préoccuper de l'ancien réglage et à chercher les rapports des forces électromotrices de tous les nouveaux prismes, tant dans le sens || que dans le sens ⊥ avec celle d'un des anciens prismes pris entre les mêmes températures. Malheureusement, il était impossible de partir toujours des mêmes températures et il fallait faire des décomptes et des moyennes assez compliqués.

Néanmoins, j'ai pu fixer la position de plusieurs points pour les nouveaux prismes par ces procédés-là, et finalement des mesures au potentiomètre faites dans de très bonnes conditions ont corroboré ces résultats. Le détail numérique serait fastidieux et je l'épargne au lecteur.

Mesure absolue de la force électromotrice.

Les ordonnées des courbes représentent en millimètres les déviations du galvanomètre. Restait à savoir quelle fraction de volt représente un millimètre, afin de pouvoir interpréter en volts la marche des courbes.

Pour atteindre ce but, j'ai fait un certain nombre de mesures au potentiomètre, avec un étalon Gouy valant 1,386 volts à 18°, en comparant à cet étalon les forces électromotrices développées dans les soudures G ‖ à des températures faciles à maintenir constantes.

Voici le détail des mesures :

1° Résistance de 100 ohms sur le fil à curseur long de 1 mètre et valant $0^{ohm},330$.

Tempér. $t = 12°5$ $t' = 29°1$.

G ‖ curseur arrêté à 353^{mm}.

le calcul donne *f. e* = $0^{v},001599$.

La différence des ordonnées sur la courbe pour *G* ‖ entre 12°5 et 29°1 = $70^{mm},6$, d'où force électromotr. pour 1^{mm} des ordonnées = $0^{v},00002264$.

2° Même résistance. — (*G* ‖).

a)	$t = 11°6$	$t' = 39°45$	curseur à 585^{mm}	*f. e* = $0^{v},002650$
b)	$t = 11\ 6$	$t' = 39\ 15$	» à 577	*f. e* = 0 ,002614
c)	$t = 11\ 6$	$t' = 38\ 9$	» à 568	*f. e* = 0 ,002573
Moyennes	$t = 11°6$	$t' = 39°17$		*f. e* = $0^{v},002612$

La différence des ordonnées sur la courbe = $119^{mm},4$ d'où *f. e* pour 1^{mm} = $0^{v},00002187$.

3° *a)* Résistance de 150 ohms sur le fil. — (G ||).
tempér. $t = 13°75$ $t' = 29°6$
curseur à 483mm $f.\ e = 0^v{,}001464$.
b) Résistance de 200 ohms sur le fil.
tempér. $t = 14°45$ $t' = 28°8$
curseur à 608mm $f.e = 0^v{,}001384$.
Moyennes : $t = 14°1$ $t' = 29°2$ $f.\ e = 0^v{,}001424$, d'où
$f.\ e$ pour 1mm $= 0^v{,}00002200$.
4° Résistance de 200 ohms. — (G ||).
tempér. 11°70 $t' = 28°0$
curseur à 655mm $f.\ e$ $0^v{,}001490$,
d'où $f.\ e$ pour 1mm $= 0^v{,}00002172$.

On a donc quatre valeurs du mm. :

$0^v{,}\ 00002200$
$0,\ 00002172$
$0,\ 00002264$
$0,\ 00002187$

dont la moyenne $= 0^v{,}000022057$.

Le degré d'exactitude des mesures individuelles ne permet pas de considérer les deux derniers chiffres fractionnaires comme certains. Lorsqu'on calculera une ordonnée en partant de la valeur du millimètre en volt le résultat ne devra être donné qu'avec 5 chiffres au delà de la virgule.

Comme vérification voici un exemple:

On a mesuré au potentiomètre la *f. e.* P || entre $t = 12°{,}75$ et $t' = 29°{,}5$ et trouvé $0^v{,}\ 0001678$.

Par les courbes, en multipliant par $0^v{,}00022057$ la différence des ordonnées de P || entre les mêmes températures on a trouvé $0^v{,}0001648$.

Chaque division du galvanomètre et chaque millimètre de longueur des ordonnées du graphique valent donc 0,000022057.

Résultats généraux.

L'étude qui précède conduit aux conclusions suivantes :

1° *La force électromotrice, pour un degré de différence entre les températures t et t' des soudures* (ce qui équivaut au pouvoir thermo-électrique), *va en augmentant avec la température entre* 10° *et* 100°.

2° *Cette augmentation est plus rapide pour les soudures* ⊥ *que pour les soudures* || *; il en résulte que le rapport des forces électromotrices* $\frac{\parallel}{\perp}$ *va en diminuant à mesure que* $(t + t')$ *augmente.* On a, d'après les courbes comme *rapport*, l'une des soudures, *t*, étant à 11° et l'autre *t'*, successivement à

t'	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
P $\frac{\parallel}{\perp}$	2,33	2,27	2,19	2,14	2,08	2,04	2,01	2,02	2,00
G $\frac{\parallel}{\perp}$	2,43	2,33	2,27	2,20	2,14	2,11	2,06	2,03	2,00
A $\frac{\parallel}{\perp}$			2,16						1,85
M $\frac{\parallel}{\perp}$	2,51		2,49						2,10

3° Les courbes entre 0° et 100° sont des paraboles dont la *convexité* est tournée du côté de l'axe des abscisses. La figure classique des traités de physique, qui représentent la marche des forces électromotrices thermoélectriques par une parabole dont la *concavité* est constamment tournée vers l'axe des abscisses, n'a donc rien d'absolu.

4° Quant aux *valeurs absolues des forces électromotrices* elles varient aussi d'un prisme à l'autre. Voici en volt quelques forces électromotrices pour le prisme P lequel occupe une position à peu près moyenne entre les autres.

La température inférieure *t* étant 11°, on a eu, en volt :

Pour *t'* =	30°	50°	70°	95°
	volt	volt	volt	volt
Force électromotrice ‖	0,00190	0,00396	0,00610	0,00899
Force électromotrice ⊥	0,00084	0,00185	0,00299	0,00447

Pour $t = 10°$ et $t' = 100°$

on aurait	P ‖ = 0,00965 volt et	P⊥ = 0,00481 volt
	G ‖ = 0,00919	G⊥ = 0,00460
	A ‖ = 0,00969	A⊥ = 0,00525
	M ‖ = 0,01057	M⊥ = 0,00500
	O ‖ = 0,00863	O⊥ = 0,00519
	γ ‖ = 0,00831	γ⊥ = 0,00451

La raison de ces différences entre les prismes est incertaine. Elles ne sont en tout cas pas en relation avec les dimensions des prismes, non plus qu'avec aucune circonstance extérieure. Elles ne peuvent tenir qu'à des propriétés intrinsèques de chaque prisme. Les petits prismes, O et γ et d'autres encore, pouvaient fort bien renfermer des macles, car ils ont été tirés, non de beaux fragments bien délimités comme c'était le cas pour A, M, P, et G, mais de culots ou parties de culots dans lesquelles on avait eu de la peine à choisir des régions convenables. Ces prismes donc sont *a priori* sujets à caution. Mais des quatre principaux, A, M, P et G je ne pourrais citer aucun comme étant inférieur à l'autre au point de vue de la structure[1].

[1] Les fentes dans G n'atténuaient pas le caractère régulier du clivage.

Il ne serait par conséquent tout aussi difficile de dire lequel des quatre se rapproche le plus du bismuth cristallisé *absolument homogène.*

3° Quant à *l'effet des macles* on peut remarquer ce qui suit :

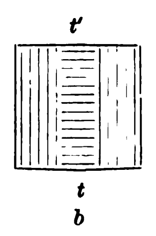
Les macles peuvent abaisser la *f. e.* || et élever la *f. e.* ⊥ ; mais aucun genre de macle ne peut augmenter la *f. e.* || ni abaisser la *f. e.* ⊥.

Une macle pourra n'affecter la *f. e.* que dans une des directions, l'autre conservant sa valeur normale. En effet, si le cristal parasite traverse de part en part le prisme, son effet sera nul quand les soudures seront contre les faces parallèles au parasite, parce que les extrémités de ce dernier seront toutes deux à la même température. Tandis que dans une position à 90°, les extrémités du cristal parasite seront aux soudures et son effet se fera sentir à côté de l'effet thermo-électrique normal du prisme.

Représentons les feuillets de clivage par des traits parallèles nous pouvons avoir un prisme ainsi constitué :



a

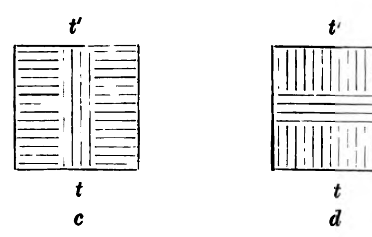


b

qui dans la position (*a*) n'aura aucun effet sur la force électromotrice || du prisme, tandis que dans la position (*b*) il augmentera la *f. e.* ⊥ vraie.

De même un parasite peut diminuer la *f. e.* || (position *c* d'un autre genre de macle) en établissant une

sorte de dérivation intérieure entre t et t' comme le ferait un fil métallique rejoignant les deux soudures. La même macle dans la position (*d*) n'altérera en rien la *f. e.* $\perp$ normale.



Ce sont là les cas les plus simples. Ils suffisent pour montrer que beaucoup de mesures faites sur le bismuth peuvent être faussées si les auteurs ne s'assurent pas autant que possible de l'homogénéité de leurs cristaux.

Il est probable que la faiblesse des rapports *f. e.* $\frac{\parallel}{\perp}$ de Matthiessen, est due à l'existence de macles dans les échantillons qu'il employa.

6° *La densité du bismuth cristallisé par fusion et lent refroidissement est voisine de* 9,867 *à* 18°.

7° Le peu de probabilité de l'existence de macles dans les quatre principaux prismes porte à croire que d'*autres causes de variations* peuvent exister. Rien ne prouve du reste que l'état moléculaire soit identique dans les divers culots et dans les différentes parties d'un même culot, quand bien même les clivages y conservent leur disposition en couches parallèles. Bien plus, je crois avoir observé que dans un même prisme la *f. e.* $\perp$ tend à augmenter avec le temps, tandis que la *f. e.* $\parallel$ reste constante. Des réchauffements et refroidissements successifs sont peut-être la cause de ce phénomène, qui demanderait à être examiné de plus près.



8° Cette étude, par le fait même de la concordance des résultats dans les grandes lignes et de leur divergence dans les détails, est propre à montrer à quel point la cristallisation influe sur les phénomènes thermo-électriques dans le bismuth.

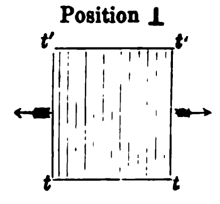
On ferait bien de se préoccuper de la structure cristalline dès le début de toute recherche physique sur ce métal.

En effet il est permis d'étendre par induction aux autres propriétés physiques la complexité qu'amène dans les phénomènes thermo-électriques la nature cristalline du bismuth. L'expérience même a montré que la *conductibilité électrique*, par exemple, n'est pas la même dans le sens de l'axe que dans le sens perpendiculaire. Les valeurs trouvées pour la conductibilité du bismuth fondu ou préparé en fils, fût-il même absolument pur, ne pourront être constantes que si le métal est en quelque sorte rendu pratiquement *amorphe* dans les divers échantillons par le fait de l'extrême petitesse des cristaux disposés en tous sens dans la masse.

Mais entre des échantillons en tout ou partie cristallisés, il est très possible que les différences de conductibilité pouvant être causées par des traces de métaux étrangers seraient plus faibles que celles provenant de la cristallisation.

Genève, décembre 1897-juin 1898.
Laboratoire de physique de l'Université.

Erratum. — Les flèches indiquant la direction de l'axe cristallographique dans la seconde figure, ⊥ (*Archives, août*, page 116) sont mal placées, elles auraient dû l'être ainsi :



RECHERCHES

SUR LE

VERSANT SUD-EST

DU

MASSIF DU MONT-BLANC

PAR

Francis PEARCE

Assistant au laboratoire de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Genève.

(Suite [1].)

TROISIÈME PARTIE

Roches éruptives et cristallines accompagnant les porphyres.

§ 1. *Les granulites.*

Les granulites qui accompagnent fréquemment les microgranulites et pénètrent en filons dans le revêtement porphyrique du val Ferret suisse, offrent des aspects assez variés. Parfois, ce sont des roches finement grenues, d'une texture saccharoïde et de couleur blanche, assez semblables à celles qui constituent les nombreux filons perçant la protogine du Versant sud-est du Mont-Blanc.

D'autres fois, la granulite s'est modifiée profondément

[1] Voir *Archives*, t. VI, juillet 1898, p. 56, et août, p. 134.

en traversant des bancs de schistes cristallins, le grain de la roche devient plus grossier, en même temps qu'elle se charge d'une quantité beaucoup plus considérable de mica noir. La structure devient aussi plus schisteuse. On trouve un grand nombre de variétés de schistes granulitisés, à des degrés divers, et l'on rencontre fréquemment des formes de passage, des schistes granulitisés à la granulite franche. Quant aux minéraux constitutifs des granulites, ce sont :

La Magnétite, plutôt rare, toujours en très petits grains disséminés dans toute la roche.

L'Apatite existe presque toujours, peu abondante et en petits cristaux dans la granulite franche, elle devient beaucoup plus fréquente en sections d'assez grandes dimensions dans les schistes granulitisés, où elle accompagne le mica noir.

Le Zircon, quelques grains seulement ou des petits prismes allongés présente les caractères optiques ordinaires.

L'Allanite, est très constante, on la trouve dans un grand nombre d'échantillons provenant de différents endroits. Elle se montre en assez grosses sections d'un brun rougeâtre, polychroïques et présentant les mêmes caractères que l'allanite, de la protogine.

La Biotite, existe toujours en assez grande quantité, soit en larges lamelles isolées, soit le plus souvent, en amas, parfois assez gros, simulant des fragments de schistes cristallins et formés d'une multitude de petites lamelles de biotite entremêlées d'apatite, d'épidote et d'hématite.

La coloration et le polychroïsme sont variables, on observe :



N_g = brun rouge ou brun verdâtre.
N_p = jaunâtre.

Cette biotite est toujours à un axe optique négatif, elle possède une biréfringence normale et renferme quelques inclusions de magnétite; elle se présente dans les granulites avec des caractères absolument analogues à la biotite des quartzporphyres ou des schistes cristallins.

Le mica brun rouge s'altère souvent, avec changement du polychroïsme pour se transformer en mica brun verdâtre ou bien en chlorite.

Les Plagioclases, paraissent abondants, mais sont généralement complètement séricitisés, dans la plupart des cas leur détermination est difficile sinon impossible.

Ils appartiennent toujours à des variétés très acides, allant de l'*Albite* à l'*Oligoclase;* en effet, sur quelques sections favorables on a trouvé :

1° Dans la zone de symétrie de la macle de l'albite, on a mesuré pour N_p, par rapport à la trace de $g^1 = (010)$, extinctions comprises entre $2°\,^1/_2$ et 15°;

2° Les faces $g^1 = (010)$, montrent généralement, en lumière convergente, une bissectrice aiguë positive, puis on a mesuré pour N_p des extinctions variant entre + 7° et + 23° par rapport à l'arête pg^1 ;

3° La méthode de Becke, appliquée aux contacts favorables avec le quartz, nous a donné : $\Delta_1 < 0$, $\Delta_2 < 0$; $\delta_1 = 0$, $\delta_2 < 0$; $\delta_1 < 0$, $\delta_2 < 0$;

4° Des sections perpendiculaires sur la bissectrice N_p, nous ont fourni aussi des extinctions correspondantes à celles de l'albite ou de l'oligoclase albite.

L'Orthose prédomine sur les plagioclases, il forme de grandes plages, quelquefois maclées, selon Carlsbad, il est fréquemment séricitisé et dans un état de décomposition plus avancé que les plagioclases.

Sur quelques faces $g^1 = (010)$, on a constaté une bissectrice obtuse, N_g et une extinction de N_p par rapport à pg^1 de $+ 5°$.

Le Microcline, est beaucoup plus rare que l'orthose, mais cependant il peut être très abondant, dans quelques échantillons, il se présente en grandes plages très fraîches et montrant les quadrillages caractéristiques.

Le Quartz est toujours très abondant et offre nettement la structure granulitique; la dimension des grains est très variable, ceux-ci peuvent devenir extrêmement petits et la roche présente alors une structure rappelant celle d'un porphyre quartzifère, dans lequel le premier temps de consolidation serait très développé. Le quartz est toujours à un axe, il accuse des phénomènes dynamiques très énergiques, dans ce cas, on observe une légère dislocation de la croix noire. On trouve souvent des plages quartzeuses à extinctions onduleuses, ou bien des grains de quartz brisés et réduits en esquilles.

Comme produits secondaires, on trouve de nombreux grains d'*Epidote*, de la *Chlorite*, du *Mica blanc*, de la *Séricite* et quelques grains de *Leucoxène*.

Monographie des échantillons étudiés.

N° 850. *La Maya* (*coupe par la base*).

Roche de couleur blanc-grisâtre, à grain fin, par places quelques cristaux de pyrite.

SLM. Magnétite rare, le mica noir est également peu abondant, l'orthose prédomine sur les plagioclases qui sont: de l'albite, oligoclase-albite et oligoclase. Quartz granulitique abondant. Séricite.

N° 854. *La Maya* (*coupe par la base*).

Granulite compacte, de couleur jaunâtre.

SLM. Peu de magnétite, apatite rare, seulement une ou deux petites sections. Le mica noir est de même peu abondant et presque entièrement transformé en chlorite avec magnétite. Les feldspaths, en majeure partie décomposés et remplacés par des masses séricitiques, paraissent, d'après quelques extinctions dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1, être de l'albite et de l'oligoclase. Orthose abondant. Quartz granulitique, en gros grains.

Epidote, chlorite, séricite.

N° 860. *La Maya* (*coupe par la base*).

SLM. Magnétite rare, le mica très chloritisé est de la biotite verte, il est d'ailleurs peu abondant et en petites lamelles seulement. Albite, oligoclase et orthose, très altérés. Quartz, épidote, chlorite séricite.

N° 884. *La Maya* (*coupe par la base*).

Granulite de couleur blanche, à grain moyen.

SLM. Magnétite en très petits grains, provient de la décomposition du mica noir Un peu de zircon et d'apatite. La biotite est peu abondante et partiellement transformée en chlorite. Les feldspaths, en partie séricitisés sont de : l'albite, de l'oligoclase-albite, de l'orthose et du microcline. Quartz en gros grains polyédriques.

Epidote, chlorite, séricite et calcite.

N° 886. *La Maya* (*coupe par la base*).

Belle granulite de couleur blanche, avec quelques traînées de mica noir.

SLM. Très peu de magnétite, nombreuses sections d'apatite d'assez grandes dimensions. Zircon, en petits grains. Belle biotite, très abondante, en jolies lamelles polychroïques, dans les tons : N_g, brun rouge et N_p, jaunâtre. Feldspaths en grandes sections criblées de fines aiguilles de séricite : albite, oligoclase-albite, orthose et microcline. Quartz.

N° 890. *La Maya (coupe par la base).*

Roche blanche, à structure, un peu schisteuse, on y distingue des traînées de mica alignées parallèlement à la schistosité, c'est un schiste micacé fortement granulitisé.

SLM. La roche présente une structure rappelant un peu celle d'un porphyre. A côté de gros éléments de quartz et de feldspath, il y a une sorte de pâte porphyrique formés de petits grains de quartz et de feldspath.

Magnétite, apatite en gros grains et prismes entremêlés avec des lamelles de mica. Biotite très abondante, en amas ou en paillettes, disséminées dans toute la roche.

Orthose et microcline en grandes plages. Quartz, séricite et chlorite.

N° 895. *La Maya (coupe par la base).*

Schiste fortement granulitisé, passant à la granulite, c'est une roche vert clair à grain moyen ; l'élément micacé très abondant y dessine une sorte de réseau, entre les mailles duquel se développent les éléments de la granulite.

SLM. Magnétite assez abondante, en grains informes. Beaucoup d'apatite, en grosses sections accompagnant toujours le mica. Le mica vert est de même abondant, en petites lamelles, il forme des amas ou des traînées disséminées dans toute la roche. Les feldspaths en grandes plages sont de l'albite, de l'oligoclase-albite et de l'orthose. Quartz granulitique souvent associé à des petits éléments feldspathiques, sorte de pâte porphyrique. Nombreux grains d'épidote et beaucoup de séricite.

N° 894. *La Maya (coupe par la base).*

Roche de couleur grisâtre, c'est un schiste granulitisé passant à la granulite.

SLM. Peu de magnétite, beaucoup de gros grains d'apatite. Biotite très abondante en belles lamelles brun

rouge, se transformant sur les bords en mica vert. Elle est toujours disposée en amas, ou en traînées, entremêlées de magnétite, d'épidote et d'apatite.

Les feldspaths sont complètement séricitisés et indéterminables. Quartz granulitique en gros grains polyédriques. Epidote, séricite, chlorite.

N° 769. *Arête des Grépillons.*

Roche très compacte verte, d'apparence porphyrique.

SLM. La roche est très altérée, les feldspaths sont indéterminables. On y trouve un peu de magnétite, en très petits grains, quelques prismes de zircon, puis plusieurs jolies sections très allongées d'allanite, environnés d'une couronne d'épidote, qui est du reste très abondante dans la roche. Un peu d'apatite. Le mica est rare, seulement quelques petites paillettes chloritisées. Une ou deux larges sections d'amphibole. Quartz en grains. Séricite.

N° 902. *Dans les rochers de la face Est de l'Arête des Grépillons.*

Roche un peu schisteuse, riche en mica noir, c'est un micaschiste très granulitisé.

SLM. Peu de magnétite, sphène, puis une ou deux sections de zircon et quelques fragments d'allanite. Biotite verdie, abondante forme des amas de petites lamelles. Plagioclases indéterminables. Quelques belles plages très fraîches de microcline. Quartz, Epidote, chlorite, séricite.

N° 907. *Dans les rochers du versant Est de l'arête des Grépillons.*

Roche vert clair, à grain moyen, schiste granulitisé.

SLM. Magnétite rare, beaucoup d'apatite en grosses sections, allanite, zircon et sphène.

Le mica noir est plutôt rare, et généralement chloritisé. Quelques jolies lamelles de muscoviste. Plagioclases en

partie séricitisés, représentés par l'albite et l'oligoclase albite. Orthose abondant. Quartz en grains.

Epidote, beaucoup de chlorite, séricite.

N° 928. *Catogne.*

Roche grenue, vert grisâtre, très chargée d'assez grosses lamelles de mica noir.

SLM. Apatite, magnétite, puis quelques grains de zircon.

La biotite est très abondante, on la trouve en larges lamelles polychroïques avec : N_g brun rouge et N_p jaune pâle. Les feldspaths sont entièrement transformés en masses séricitiques. Chlorite.

N° 934. *Catogne.*

Roche assez semblable à la précédente, mais moins chargée de mica.

SLM. La roche est très altérée, les feldspaths sont réduits en agrégats séricitiques. Magnétite peu abondante, en petits grains disséminés, puis apatite et allanite. La biotite a dû être primitivement assez abondante, mais elle est complètement remplacée par de la chlorite.

Le quartz en grains, accuse des phénomènes dynamiques intenses, il montre des plages à extinctions onduleuses ou bien broyées.

§ 2. *Les schistes cristallins.*

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les porphyres quartzifères sont fréquemment entrecoupés, par des bancs de granulites ou de roches cristallines, ces dernières présentent des types très variés, parmi lesquels on remarque : des roches cornéennes ou séricitiques, des micaschistes riches en biotite, des amphibolites, puis, mais plus rare-

ment, des schistes d'un type chloriteux. Nous allons maintenant examiner successivement ces diverses catégories.

1° *Les schistes à séricite.*

Les schistes séricitiques qui se rencontrent dans la zone des microgranulites du Val Ferret ne paraissent pas être de véritables schistes cristallins à séricite; ils sont à notre avis plutôt le résultat d'une altération et d'actions dynamométamorphiques extrêmement intenses, qu'ont subi certains bancs de quartzporphyres ou de granulites.

On les rencontre souvent au contact des porphyres avec la protogine, c'est le cas, à l'arête du Châtelet, et à Treutz-Bouc, mais on les trouve souvent aussi en bancs dans les schistes micacés ou dans les porphyres.

Les minéraux constitutifs, ainsi que la composition chimique, sont comme nous le verrons, absolument identiques à ceux des porphyres, et de plus on trouve tous les termes de passage depuis les schistes à séricite, jusqu'aux microgranulites et aux granulites.

Les Feldspaths sont, dans la plupart des cas, complètement décomposés et transformés en masses séricitiques, qui grâce au laminage intense que la roche a subi, sont disposées en traînées parallèles, entremêlées de petits grains de quartz ou de fragments de biotite.

Le Quartz accuse toujours des actions dynamiques manifestes, il forme tantôt des lentilles allongées selon la schistosité, tantôt des gros cristaux complètement brisés et réduits en esquilles.

La Biotite que l'on y trouve est absolument identique à celle décrite dans les quartzporphyres.

Monographie des échantillons étudiés.

N° 657. *Arête N.-O. du Châtelet, au contact avec la protogine.*

Roche grisâtre, schisteuse, très friable et d'aspect corné. Elle forme un banc, de quelques mètres d'épaisseur seulement et renferme au contact même avec la protogine, des cailloux plus ou moins anguleux de granulite ou de protogine, semblable à celle de la pointe des Chevrettes.

SLM. La biotite, brun rougeâtre, est assez abondante, elle forme avec la séricite des agrégats disposés, en longues traînées parallèles et entremêlés de nombreux grains de quartz, ils rappellent par places une pâte porphyrique.

Le quartz en plus gros éléments, s'y trouve aussi en lentilles allongées, constituées par de gros grains anguleux différemment orientés et montrant souvent des extinctions onduleuses. La magnétite, le zircon et l'apatite sont disséminés un peu partout dans la roche.

Nous avons analysé cette roche intéressante, qui nous a fourni la composition chimique suivante :

SiO_2	=	68.01	%
Al_2O_3	=	16.67	»
FeO	=	3.31	»
CaO	=	1.55	»
MgO	=	1.99	»
K_2O	=	5.47	»
Na_2O	=	2.33	»
Perte au feu	=	1.52	»
Total	=	100.85	%

Comme on le voit cette composition se rapproche beau-

coup de celle que nous avons donnée pour des porphyres quartzifères, riches en mica noir. Cette roche peut donc fort bien être considérée, comme un porphyre quartzifère altéré et dynamométamorphosé.

N° 650. *Arête S.-E. du Châtelet, à 200 m. environ du sommet.*

Roche verdâtre, à grain fin, un peu schisteuse.

SLM. Elle est uniquement formée d'un agrégat de fines paillettes de séricite, entremêlées de zoïsite et de produits ferrugineux. La biotite en très petites lamelles est relativement peu abondante et disséminée un peu partout. Le quartz est peu abondant, seulement, en petits grains dispersés dans toute la roche.

N° 647. *Combe d'Orny, près du contact.*

Roche gneissique grisâtre.

SLM. La séricite forme de longues traînées, entremêlées de nombreux grains de quartz, ce dernier forme aussi quelquefois des associations rappelant un peu la pâte d'un quartzporphyre. Un peu d'apatite et de magnétite. La biotite est rare, seulement quelques petites lamelles brun rouge. Zoïsite.

N° 685. *Treutz-Bouc, au contact.*

Roche grise schisteuse.

SLM. La roche est en majeure partie formée par une sorte de pâte, constituée de fines aiguilles de séricite, entremêlées d'un peu de quartz. La magnétite est rare, elle accompagne toujours la chlorite, qui résulte d'ailleurs de la décomposition de la biotite. L'apatite en beaux et gros cristaux est peu abondante. Le quartz forme par places des associations granulitiques, composées de gros grains polyédriques et diversement orientés, il est souvent brisé et montre des extinctions onduleuses. Les feld-

spaths ne présentent que quelques plages séricitisées et indéterminables ; on trouve cependant une ou deux jolies sections de microcline.

N° 687. *Treutz-Bouc.*

Roche grise, très schisteuse.

SLM. La séricite constitue la majeure partie de la roche, elle forme des agrégats fibreux, entremêlés de chlorite ou d'un peu de biotite brun verdâtre. L'apatite en assez gros cristaux est très abondante. La biotite est plutôt rare, elle se décompose manifestement en chlorite avec séparation de produits ferrugineux. Le quartz en grains, forme des petits amas ou des traînées parallèles à la schistosité.

Quelques grains de zircon. Zoïsite. Calcite.

2° *Les Micaschistes.*

Les micaschistes, sont les roches cristallines les plus répandues, parmi celles qui se trouvent en intercalations, dans le revêtement porphyrique du versant sud-est du Mont-Blanc.

Ils offrent des types assez variés, ce sont cependant toujours des micaschistes à mica brun, en général ces roches sont très cristallines, et plusieurs échantillons offrent des caractères rappelant ceux des micaschistes de l'arête du Brouillard.

Souvent fortement modifiées par la granulite, ces roches sont en général assez riches en quartz ; par un apport plus considérable de la granulite, elles passent à une granulite à mica noir, les feldspaths y sont en général kaolinisés. Dans d'autres variétés, au contraire, la biotite y devient extrêmement abondante et la roche présente une compo-

sition minéralogique et une structure, rappelant celle d'une minette, mais d'une minette laminée.

Les *Feldspaths* généralement séricitisés, sont complètement indéterminables.

La *Biotite* s'y rencontre soit isolée, en grandes lamelles ou bien disposée en amas formés d'un grand nombre de petites paillettes, rappelant ceux que l'on a vu précédemment dans les porphyres et les granulites.

Elle est toujours à un axe optique négatif, son polychroïsme variable se fait dans les tons :

N_g = rouge brun, ou vert brunâtre

N_p = jaunâtre-pâle.

Cette biotite se retrouve souvent avec les mêmes caractères, dans les quartzporphyres, les granulites et dans les schistes de l'arête du Brouillard.

A ces minéraux s'ajoutent encore de la *Magnétite* du *Zircon*, du *Sphène*, de l'*Albite*, de l'*Apatite* qui abonde surtout dans les schistes granulitisés, puis encore assez constamment de l'*Épidote*, de la *Zoïsite*, de la *Chlorite* et *Séricite*.

Nous allons maintenant examiner quelques-uns des types les plus caractéristiques.

Monographie des échantillons étudiés.

N° 618. *Breya.*

SLM. Mica brun disposé en traînées, avec de l'apatite du sphène et du zircon. Les feldspaths sont complètement séricitisés ; le quartz forme quelques plages et des lentilles écrasées. Calcite, séricite et zoïsite.

N° 619. *Breya.*

La roche est très schisteuse, cristalline et très riche en mica noir.

SLM. La roche renferme beaucoup de mica noir, en grandes lamelles quelquefois hexagonales, avec inclusions d'apatite, zircon, sagénite et sphène. L'apatite existe aussi à l'état libre, disséminée un peu partout. Le mica possède un polychroïsme très caractéristique, avec N_g = rouge brun et N_p = jaunâtre pâle. Il est nettement uniaxe. L'orthose est rare, en revanche les plagioclases sont abondants, mais passablement altérés et sont compris entre l'oligoclase et l'oligoclase basique. Le quartz est rare et forme çà et là quelques plages éparses. Séricite, épidote, chlorite, zoïsite et calcite comme éléments secondaires.

Nous avons analysé cet échantillon dont voici la composition :

Analyse du N° 619.

SiO_2	=	51.08 °/₀	
Al_2O_3	=	16.84 »	
FeO	=	8.99 »	
MnO	=		Traces
CaO	=	6.44 »	
MgO	=	6.49 »	
K_2O	=	3.55 »	
Na_2O	=	3.98 »	
Perte au feu	=	3.07 »	
Total....		100.44 °/₀	

N° 622. *Breya.*

Roche micacée, finement grenue, hornfelsitique, rappelant absolument certains échantillons de l'arête du Brouillard.

SLM. La roche est riche en apatite, elle renferme de plus un peu d'allanite et du zircon. La biotite brune y est

dispersée un peu partout, les feldspaths décomposés et séricitisés. Quartz en lentilles allongées. Séricite, calcite, zoïsite, épidote.

N° 625. *Breya au contact.*

SLM. La roche est formée d'un agrégat schisteux de mica brun, de séricite et de zoïsite, avec quelques petits grains de zircon, beaucoup de petits prismes d'apatite, des grains de fer titané et du sphène. On trouve aussi quelques plages de plagioclases séricitisés, puis du quartz montrant des extinctions onduleuses.

N° 697. *Près des Châlets de Planereuse.*

Roche verdâtre, schisteuse.

SLM. La roche renferme de nombreux grains de quartz, ainsi que beaucoup de biotite brun verdâtre, le tout noyé, dans un agrégat de paillettes de séricite et de grains de zoïsite. On trouve également un peu de zircon, beaucoup d'apatite, puis quelques débris de grenat, et certaines plages complètement altérées d'orthose et d'oligoclase.

Pour cet échantillon on a obtenu la composition chimique suivante :

Analyse du N° 697.

SiO_2	=	58.95 °/₀
Al_2O_3	=	16.36 »
FeO	=	9.34 »
MnO	=	1.12 »
CaO	=	1.22 »
MgO	=	4.58 »
K_2O	=	5.53 »
Na_2O	=	2.13 »
Perte au feu	=	1.92 »
Total...		101.15 °/₀

N° 729. *La Maya.*

C'est un schiste verdâtre surchargé de mica noir.

SLM. Il renferme beaucoup d'un mica brun rouge, en partie chloritisé et verdi, les lamelles sont orientées parallèlement et renferment de l'apatite. Ces lamelles sont réunies par une masse séricitique, qui provient sans doute d'un feldspath, au détriment duquel elle s'est formée. Quartz sous la forme ordinaire.

N° 735. *La Maya.*

Roche grisâtre, schisteuse avec large développement de mica noir.

SLM. Biotite brun rouge très abondante; avec N_g, brun rouge et N_p jaunâtre pâle, rigoureusement à un axe optique, elle renferme un peu d'apatite. La section présente aussi quelques petites plages de hornblende, s'éteignant à 22° de l'allongement positif. Le polychroïsme est presque inappréciable, avec N_g, vert très pâle, et N_p, presque incolore. La biréfringence est normale, bissectrice aiguë négative. Ces deux éléments sont noyés dans une masse séricitique à paillettes très fines. Localement, il se développe du quartz à extinctions onduleuses, tandis que toutes traces de feldspaths ont disparu.

§ 3. *Les Amphibolites.*

Les amphibolites se trouvent d'une façon assez constante sur toute l'étendue du revêtement porphyrique, en bancs de faible épaisseur, intercalés dans les porphyres ou dans les schistes cristallins. Ils sont particulièrement bien développés, à la Maya, aux Grépillons, à la Breya, au Catogne; dans les éboulis au-dessous de la paroi rocheuse de Six-Niers on en trouve de nombreux frag-

ments. Ce sont des roches tantôt grenues, tantôt schisteuses ou compactes, la grosseur du grain en est très variable, ainsi que l'abondance de l'amphibole. Quelques-unes de ces amphibolites ont subi des actions métamorphiques très intenses, dues à l'injection de la granulite, qui les a transformées en véritables syénites, ou diorites quartzifères.

Les minéraux composants sont :

La Magnétite, plutôt en faible quantité, l'*Apatite* très abondante libre ou en inclusions. Le *Sphène* est également très constant, on en trouve parfois de fort belles sections, légèrement polychroïques dans les tons brun jaunâtre. Le *Zircon* est rare, seulement quelques petits grains.

L'Amphibole, en larges sections allongées selon la zone du prisme présente des caractères normaux, le polychroïsme est variable, mais généralement peu marqué, parfois la coloration est très faible et le polychroïsme est à peine sensible. On a :

N_g = vert sale.
N_p = vert jaunâtre.

L'amphibole renferme de très nombreuses inclusions d'apatite, de magnétite, de zircon et quelquefois de biotite.

La Biotite est semblable à celle qui se trouve dans les schistes micacés, polychroïque dans les tons :

N_g = brun rouge.
N_p = jaunâtre.

Les Feldspaths sont en général complètement séricitisés, sur quelques échantillons nous avons pu cependant constater la présence de l'*Orthose* et du *Microcline*, accompagnés de quelques plagioclases indéterminables.

Séricite, *Chlorite*, *Epidote* et *Zoïsite*.

Monographie des types étudiés.

N° 616. *Breya.*

A l'œil nu, la roche est gris verdâtre, massive et traversée de veinules granulitiques.

SLM. Elle renferme beaucoup de mica brun, polychroïque, de l'amphibole verdâtre et du quartz granulitique, tantôt en amas, tantôt en traînées. La biotite renferme un peu de sagénite. Zoïsite, puis séricite formant ciment entre les cristaux de biotite et d'amphibole.

N° 620. *Breya.*

Roche verte à gros cristaux disposés en traînées, c'est une amphibolite feldspathique transformée, elle renferme une hornblende verte avec inclusions de mica brun, sans doute secondaire ; celui-ci est en général peu polychroïque, avec 2V très petit. L'amphibole est noyée dans une masse séricitique chargée de zoïsite.

N° 712. *La Maya.*

SLM. Gros cristaux de sphène et d'apatite, zircon plus rare, tous les trois sont libres ou en inclusions. Biotite brune, polychroïque, renferme un peu de sagénite. Hornblende, vert clair, riche en inclusions de gros prismes hexagonaux d'apatite, elle est localement très altérée. Plagioclase rare, moulant l'amphibole, et indéterminable vu son état de conservation. L'orthose et le microcline constituent en majorité l'élément blanc. Il sont encore assez frais. Quartz rare en grains granulitiques. Calcite, zoïsite, chlorite, séricite.

N° 734. *La Maya.*

Cette amphibolite est très métamorphosée, la hornblende vert clair est altérée, et associée ici à beaucoup

de mica blanc. Les feldspaths sont séricitisés et mélangés d'amas de zoïsite et d'épidote.

N° 767. *Arête des Grépillons.*

SLM. Apatite, magnétite et sphène disséminés. Hornblende verte en voie d'altération, se transforme en chlorite ou actinote, elle renferme quelques inclusions d'apatite ou de magnétite. Les feldspaths très abondants sont de l'orthose et des plagioclases indéterminables. Le quartz est rare.

Beaucoup de zoïsite et séricite.

N° 768. *Arête des Grépillons.*

La roche ressemble beaucoup à la précédente. Elle est plus riche en amphibole. Apatite, magnétite, sphène abondant. Un peu de mica brun. Quartz plutôt rare. La coupe est traversée par une veinule de granulite, elle renferme de l'albite et de l'orthose.

(A suivre.)

LES

PROGRÈS DE LA GÉOLOGI

EN SUISSE

PENDANT L'ANNÉE 1897

PAR

H. SCHARDT.

Nécrologie géologique. Il y a une année nous pleuri la perte de Léon Du Pasquier, enlevé à la fleur l'âge; aujourd'hui nous avons à relever la mort d'un v ran qui s'est éteint après une longue et féconde carri Gustave-Adolphe Kenngott (1818-1897) a été p dant 37 ans professeur de minéralogie à l'Université l'École polytechnique de Zurich. Combien de générati d'auditeurs ont passé devant lui pendant cette long activité dans l'enseignement. Mais aussi comme cherche Kenngott a fait preuve d'une force de travail rema quable. On lui doit nombre de travaux originaux. Depu 1842 jusqu'en 1893, où il quitta définitivement sa char de professeur, il n'a pas publié moins de 200 notic diverses dans nombre de périodiques et une douzaine volumes indépendants. M. Grubenmann[1] a retracé la v si bien remplie de ce savant.

[1] *Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesellsch. Zurich.* XLII.

I

TECTONIQUE

Cartes géologiques.

Descriptions géologiques et orographiques, etc.

Généralités. M. SCHMIDT[1] a publié une explication de la nouvelle carte géologique de la Suisse au 1 : 500,000. Il y indique la caractéristique des divers terrains figurés et justifie surtout la classification adoptée pour les terrains cristallins, qui n'est évidemment pas parfaite, étant donné l'incertitude qui règne encore sur la nature vraie de nombre de terrains rangés dans les schistes cristallins, gneiss, etc.

Dans une notice très instructive, M. FRÜH[2] fait appel à tous ceux qui ont à cœur les progrès de nos connaissances sur la nature et la structure du sol, d'observer et de noter les coupes d'affleurements devenant visibles lors de travaux souterrains, fouilles, routes, tranchées de chemins de fer, etc. Il indique les moyens d'observer et de consigner les opérations, ainsi que les sources où l'on peut puiser des renseignements. Ce sont surtout les autorités préposées aux travaux publics, ingénieurs, chefs de travaux, etc., qui auraient intérêts à veiller à ce que les découvertes, faites au cours de travaux, fussent conservées.

Le grand volume des Comptes Rendus de la sixième

[1] *C. R. Congr. géol. int. Zurich.* 352-360.
[2] *Jahresb. St-Gall. naturh. Gesellsch.* 1897.

session du *Congrès géologique à Zurich*[1] a enfin paru peu de temps avant le dernier congrès de Russie. Il contient, outre les procès-verbaux des séances administratives et scientifiques, une série de travaux originaux, dont il sera fait mention dans les pages qui suivent, ainsi que les comptes rendus des excursions qui ont extrêmement bien réussi dans le Jura, mais ont été fortement entravées par la pluie pendant la première semaine des courses alpestres.

Ces excursions, soit dans le Jura, soit dans les Alpes, ont eu beaucoup de succès et ont certainement bien intéressé les participants. Il a été constaté toutefois, que les tournées pédestres dans les Alpes ont été bien moins fréquentées que le voyage en zigzag, dispensant les participants de se servir de leurs moyens de transport automobiles.

Nous avons déjà rendu compte du *Chronographe géologique* de M. Renevier qui a paru comme annexe à ce volume[2]. (Voir année 1896 de cette revue).

ALPES.

Alpes occidentales.

M. Étienne RITTER[3] a publié une étude très importante sur la tectonique des plis de la bordure SW et NW du Mont-Blanc. Cette région devenue classique par les recherches d'Alph. Favre, a été étudiée à nouveau, en vue du levé de la carte géologique détaillée, par le regretté Maillard et par M. Michel-Lévy. Enfin M. Haug a été

[1] *Compte rendu de la sixième session*, août 1894, Zurich. *Lausanne*, 1897.

[2] *Bull. serv. carte géol. France*, IX, 1897, 232 p., 6 pl.

[3] *Archives*, 1897, t. III, p. 559.

chargé de réviser certaines parties du travail de Maillard. Il a été réservé à M. Ritter de saisir la vraie relation tectonique de cette région.

Son travail renferme non seulement des documents très précieux sur la nature des terrains cristallins, avec analyses et diagnoses microscopiques, mais il a soumis les assises paléozoïques et triasiques à ce même examen. Il a enrichi ainsi considérablement nos connaissances sur ces terrains. — Mais c'est la tectonique de cette région qui offre surtout un très grand intérêt. Partant du synclinal de Chamonix, dont il montre la jonction avec celui de Courmayeur et le plongement du massif cristallin sous la nappe sédimentaire qui épouse les digitations du massif, l'auteur s'arrête au Mont-Joly dans lequel il a déjà constaté une série de plis, tant droits que couchés. Le Mont-Joly, correspond au Prarion, d'où se développe plus loin le massif des Aiguilles rouges et dont la structure a été décrite par M. Michel-Lévy. Or, M. Ritter a constaté que les plis couchés du Mont-Joly ne se bornent pas à ce massif, où ils sont formés par le Trias et le Lias. Mais ils montrent une tendance très manifeste à se prolonger vers le nord en s'allongeant en forme de longues boucles ou lacets superposés. Plusieurs de ces lacets ont eu évidemment une extension horizontale très considérable, à en juger de quelques « témoins » situés sous forme de buttes sur le cristallin de la région de Mégève et qui ne sont rien d'autre que des lambeaux de recouvrement. Mais le fait le plus surprenant est que les replis superposés de Lias et de Trias qui tendent à former une nappe sur le terrain cristallin de la région de Mégève, s'abaissent visiblement vers l'E, pour plonger sous la série jurassique et crétacique de Platé sur la rive

opposée de l'Arve, dont elle forme le socle inférieur. Comme cette nappe de Platé représente également une série de plis couchés, dont deux sont visibles à la cascade d'Arpennaz, il devient évident que les contours convexes des plis du Mont-Joly sont les noyaux anticlinaux *triasiques* de ces plis *jurassiques* situés plus au nord (cascades d'Arpennaz). Ceux-ci sont eux-mêmes dans une situation analogue par rapport aux plis des témoins *crétaciques* qui se trouvent encore plus au N.

Les replis répétés qui se trouvent dans le jurassique et le néocomien de l'Arête d'Areu (Pointe percée), correspondant aux plis crétaciques situés au N d'Arpenaz sur Magland, doivent donc être considérés comme les anticlinaux crétaciques dont les racines ou noyaux triasiques sont au Mont-Joly à plus de 15 kilomètres au S. Il semble que cette succession de replis couchés représente sous forme de *plis répétés* un rejet ou refoulement égal, sinon supérieur, à celui du grand pli glaronnais. La démonstration si lucide de M. Ritter est certes une belle acquisition pour nos connaissances tectoniques.

Alpes calcaires nord. La question des *klippes* et *régions exotiques* est encore fort débattue. On a vu un moment que M. Haug[1] et Lugeon[2] s'étaient mis d'accord à propos du Mont de Sulens. Ce lambeau triasique et liasique, de même que la klippe des Annes sont des lambeaux de recouvrement, des îlots *flottants* sur le Flysch, appartenant au facies méditerranéen, alors que tout leur entourage est helvétique. M. Lugeon s'est rangé à cette manière de voir, mais M. Haug[2] est

[1] *Bull. soc. hist. nat. de Savoie*, 1897.

[2] E. Haug. Le problème des Préalpes. *Revue générale des Sciences*, Paris 15 sept. 1897.

revenu à son idée de plis anticlinaux en éventail imbriqué, soit de plis en champignon, ayant surgi par surrection, sur la place même des klippes. Il a de nouveau affirmé ce point de vue, en publiant récemment une critique de l'hypothèse du recouvrement proposée par M. Schardt.

Les Préalpes du Chablais et du Stockhorn seraient sur l'emplacement d'un géosynclinal liasique, ayant un géanticlinal dans son milieu (Couches à Mytilus et brèche du Chablais). Chaque klippe serait sur l'emplacement d'un partie de ce géanticlinal transformé par surrection en éventail imbriqué, soit en pli-champignon. C'est un mécanisme qu'il est logiquement difficile de se représenter ; mais d'après M. Haug cette hypothèse rend bien plus clairement compte des particularités stratigraphiques et tectoniques des Préalpes que l'hypothèse du recouvrement. M. Haug ne s'occupe d'ailleurs que des Préalpes et des klippes et ne parle guère de la question Flysch, de celle des blocs exotiques.

M. SCHARDT [1] a fait à l'Assemblée générale de la Société helvétique des sciences naturelles à Engelberg, un esposé complet de sa démonstration sur la tectonique et l'hypothèse du charriage des Préalpes et des klippes, en indiquant les relations de ce phénomène avec celui des blocs exotiques et du Flysch. Nous ne faisons que mentionner cette conférence, un résumé assez complet en ayant déjà paru dans les *Archives*.

MM. BERTRAND et GOLLIEZ [2] en modifiant de fond en

[1] *C. R. Soc. helv. Sc. nat.* Session d'Engelberg. 1897. *Archives* IV. 467-472.
[2] *Bull. soc. géol. de France.* 1897. XXV. 568-595.

combIe les vues de ce dernier sur l'âge triasique des calcaires des Alpes bernoises, adoptent une explication *qu'il est possible d'accorder avec les travaux faits par ceux qui ont jeté les bases de nos connaissances sur cette région.* Ils admettent d'après l'idée de M. Bertrand, que le grand pli glaronnais n'est pas double, mais simple et se continue vers l'ouest dans les Alpes bernoises et que le massif de l'Uri-Rothstock, du Brisen et du Faulhorn en font partie. La zone de Flysch de la Scheidegg — Surenen serait une réapparition du synclinal éocène supportant ces massifs calcaires; le Flysch de Wolfenschiessen, figuré par M. Moesch comme synclinal, ne serait qu'un *faux anticlinal,* soit un retroussement de l'assiette de Flysch; enfin l'ouverture vraie du synclinal serait la large zone Habkern-Sarnen. Cela peut d'ailleurs se déduire sans peine de l'excellente carte géologique suisse, dont la lecture est si facile et l'analyse si intéressante, grâce au choix des teintes. Nous avions nous-mêmes exprimé *exactement* ce point de vue dans notre travail présenté au concours pour le prix Schläfli en 1891! *Cette conclusion devient inévitable lorsqu'on admet le grand pli glaronnais comme étant un pli simple.*

Le mérite de cette étude est l'indication que la racine du grand pli couché et de quelques autres doivent se trouver appliqués très haut, contre le massif cristallin, en accord avec les fameux coins calcaires de la Jungfrau et du Gstellihorn.

Ils donnent un profil hypothétique construit d'après les coupes connues et passant par l'Urirothstock et par le Brisen. Le grand pli représenté par ce profil ressemble singulièrement au pli culbuté de la Dent-du-Midi — Tour Salières.

La lutte au sujet de la structure du double pli glaronnais que M. Rothpletz avait engagée avec M. Heim, paraît s'être un peu calmée, mais un nouveau combat éclate cette fois entre ce géologue[1] et M. Baltzer, au sujet de la *structure du Glärnisch*. La divergence d'opinion est grande et paraît loin de pouvoir conduire si rapidement à un compromis. On sait que M. Baltzer avait conclu, en suite d'une étude extrêmement détaillée, que le massif du Glärnisch était formé de plusieurs plis couchés, superposés en position presque horizontale. Il en a constaté au moins trois, formés de Néocomien, Aptien, Gault, etc., reposant sur un socle de jurassique, ayant la forme d'un pli couché aussi. Or, M. Rothpletz conteste absolument cette explication. Pour lui les répétitions de couches, sur lesquelles se base M. Baltzer, n'existent pas, il y en a tout au plus quelques failles et un chevauchement oblique dans la partie où existerait les trois plis superposés. Le seul pli que donne M. Rothpletz est sur un point où M. Baltzer n'en indique pas! Quant au socle jurassique de la montagne, M. Rothpletz y taille encore bien autrement. L'ordre normal des assises, indiqué par M. Baltzer, devient une *triple superposition de lames chevauchées*, séparées par autant de plans de glissement.

Le Calanda que M. Heim avait considéré comme formant une partie du flanc moyen du lacet sud du double pli glaronnais, a été étudié en détail par M. Piperoff[2], qui y découvre un repli couché indépendant. Il considère ce repli comme étant justement l'*amorce* du *pli sud*, du

[1] *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.* 1897, 17 p. 1 pl.
[2] *Berichte d. naturf. Gesellsch. Fribourg i. Br.* 1897. X.

double pli glaronnais, qui irait là en s'abaissant, tout en perdant son amplitude, pour se retirer définitivement. Il pense avoir démontré par cela, l'impossibilité de considérer le double pli glaronnais comme un seul pli venu du sud. Cependant, en examinant la carte jointe à ce travail et surtout les publications et la carte géologique de M. Heim, il nous semble que la conclusion de M. Piperoff ne cadre pas avec les faits visibles. Le Verrucano de Flims occupe une position telle que sa continuation dans la direction de Coire sous les alluvions de la vallée du Rhin, ne peut guère être mis en doute, et, comme ce Verrucano forme bien le noyau du grand pli (pli sud) les calcaires du Calanda, qui se trouvent conséquemment au N de ce verrucano, ne peuvent pas, comme le croit M. Piperoff, renfermer le pli S lui-même. Le pli constaté par lui n'est donc qu'un *repli local*, soit du flanc moyen, soit du flanc inférieur du grand pli.

Alpes orientales et méridionales.

La discussion sur les schistes grisons continue. M. Steinmann[1] vient de publier la suite de ses recherches sur cet objet, en particulier sur la région des *schistes grisons mésozoïques*. Nous en détachons ce qui suit, concernant la *tectonique* de cette région. L'an passé M. Steinmann avait constaté qu'une partie des schistes classés par MM. Schmidt et Heim dans le mésozoïque (Lias) devait appartenir au Flysch oligocène ou éocène; c'est la partie comprise entre le Prättigau, le Schyn et l'Oberhalbstein. A l'est, au sud et à l'ouest de cette région, en la contour-

[1] *Mat. carte géol. Suisse*. NS. t. VII. 1897, 66 p., 1 carte.

nant de trois côtés, se montre une ceinture de *schistes* et *calcaires* que des fossiles attestent positivement comme *terrains mésozoïques*, appartenant au facies méditerranéen et se liant directement aux Alpes orientales, notamment au Rhäticon. Or, M. Steinmann reconnaît en même temps que ces terrains, qui contiennent du Trias austro-alpin typique, du Jurassique (Lias, Dogger, Malm) et même du Crétacique, sont superposés anormalement en forme de nappe, et écailles chevauchées et imbriquées, sur le Flysch précédemment constaté, tout comme le massif du Rhäticon chevauche sur le Flysch du Vorarlberg. Il reconnaît la similitude de cette disposition avec celle des klippes de Schwytz. En outre, comme là, il y a sur le bord de la ligne de contact anormale des paquets et et intercalations de *roches éruptives* (serpentine, porphyrite, spilite, variolite, gneiss, granits, etc.), que l'auteur considère, à cause de leur enchevêtrement avec les sédiments, comme des roches intrusives, ayant pénétré dans les sédiments, en les injectant pendant la dislocation; l'intrusion de ces roches serait post-crétacique. Il n'est pas autrement frappé par la constance avec laquelle les lambeaux sont limités sur le bord du contact anormal et *manquent absolument* dans l'intérieur des terrains mésozoïques, autant que dans le Flysch. Pour l'explication de ce phénomène de superposition, M. Steinmann admet *sous le Flysch du Prättigau* et de l'Oberhalbstein un massif ancien caché; donc une seconde chaîne vindélicienne, puisque la première est sous le miocène du plateau suisse. Comme les klippes de Schwytz, ainsi que le soutient M. Steinmann, ce serait donc encore du *nord* que serait venu ce recouvrement des montagnes calcaires des Grisons. Mais là ne s'arrête pas l'étrange phé-

nomène, car il nous conduit ensuite dans la *Basse Engadine*, séparée des montagnes du Splügen et du Schwarzhorn par une zone cristalline et nous y fait constater le même phénomène. Il y a là des écailles de terrains mésozoïques (Trias, Jurassique et Crétacique), reposant sur du Flysch et suivi de tout un contigent de lambeaux cristallins. Il faudrait donc encore faire surgir ces terrains du Flysch de Prättigau, à moins de les faire sortir de leur propre soubassement éocène, ainsi que le ferait probablement M. Haug. M. Steinmann n'en dit rien cette fois, mais, la connivence de ce phénomène avec celui des montagnes du Splügen est indubitable. On conçoit difficilement qu'en présence de ces constatations de similitude de facies et de structure, M. Steimann puisse se laisser aller à défendre encore le mouvement nord-sud des nappes de recouvrement ayant produit les klippes et de parler de l'explication que nous avons donnée comme d'une idée qui ne mérite pas même d'être examinée. Or, il nous semble évident *que la région décrite par M. Steinmann renferme sinon la racine, du moins une série de témoins intermédiaires de la grande nappe de charriage, dont les klippes de Schwytz et d'Unterwald, et les blocs exotiques du Toggenburg sont les avant-coureurs.* Ces derniers ont été portés plus au nord, *sur le dos même du grand pli glaronnais*, admis simple, et qui, en culbutant sur son front nord, *a jeté ces débris, déjà disjoints par l'érosion miocène, presque sur le bord du plateau suisse* et *dans le synclinal Habkern-Toggenburg. M. Steinmann a justement commencé à démontrer, pour la région orientale de la Suisse, ce que nous avons, déjà affirmé pour la région occidentale;* car la zone des schistes grisons est l'équivalent tectonique et stratigraphique de la zone de Briançon et des schistes lustrés.

Avec les idées de M. Steinmann concernant les roches éruptives des schistes grisons cadre assez bien la conclusion de M. Ball [1], sur l'origine du massif de serpentine entre Davos et Klosters. Cette roche, qu'il a étudiée surtout pétrographiquement, existe d'abord en forme d'une grande masse longue de six kilomètres et plusieurs autres plus petites. Elle est en contact avec les schistes lustrés liasiques, avec du Verrucano, du Trias et des roches gneissiques. Mais elle renferme elle-même des traînées de roches schisteuses rouges et des calcaires blancs que l'auteur considère comme des terrains entraînés, lors de l'éruption de la serpentine. Celle-ci serait une lherzolite altérée. L'éruption serait certainement *postliasique et prétertiaire.* L'enchevêtrement avec le schiste liasique est considéré comme un effet de l'injection, et M. Ball croit avoir trouvé la preuve d'un métamorphisme de contact très manifeste; il s'étonne toutefois de la *rareté des minéraux de contact.*

Nous signalons encore une note sur l'Alta Brianza de M. Schmidt [2], publiée à l'occasion de l'excursion supplémentaire qu'il a dirigée dans cette région après le Congrès géologique international de Zurich. Les roches sont du Trias alpin du Rhétien surmonté de Lias supérieur, de Dogger et de Malm avec du Crétacique. Ces derniers terrains forment un ensemble indissoluble comme facies (eau profonde): l'*Ammonitico rosso*, le *Rosso ad Aptychi*, la *Majolica*, la *Biancone*, suivis de la *Scaglia* (couches rouges).

M. Schmidt signale et figure d'intéressants recouvrements, ayant joué du nord vers le sud et qui ont fait che-

[1] Dissertation présentée à l'Université de Zurich.

[2] *C. R. Congr. géol. int. Zurich*, 503-513. 1 pl.

vaucher le Lias inférieur sur le complexe du Biancone-Ammonitico rosso.

Plateau Miocène

Nous mentionnerons la note de M. Heim[1] sur l'histoire géologique des environs de Zurich qui donne un excellent résumé des phénomènes qui ont créé le relief et le modelé du paysage miocène et morainique de cette région.

II

MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

Minéralogie.

En s'inspirant des recherches de M. Michel-Lévy, M. M. Duparc et Pearce[2] ont publié une note sur les déterminations des Feldspaths. Cet travail contient aussi des considérations originales des auteurs.

Pétrographie.

MM. Duparc et Pearce[3] ont fait des recherches pétrographiques sur les porphyres quartzifères du versant sud du Mont-Blanc. Ce mémoire ayant paru dans les *Archives*, nous devons nous contenter d'une mention fort succincte et des conclusions. Ils distinguent dans ces roches filoniennes trois types :

[1] *C. R. Congr. géol. int. Zurich*, 181-197.
[2] *Archives des sciences*, III. 1897, 155-162.
[3] *Archives des sciences*. IV. 1897, 148-165 et 246-265.

1. Type à pâte microgranulitique.

2. Type à pâte globulaire.

3. Variétés schisteuses, provenant des deux types précédents.

Tous ces porphyres sont holocristallins et il n'a été constaté aucune trace de matière vitreuse ou felsitique. Ces roches ne sont donc pas des pritrophyres et rentrent dans la catégorie des granits porphyres (Rosenbusch).

M. Bodmer Beder[1] a étudié les roches cristallines qui accompagnent les gisements de minerai exploités jadis sur l'Alpe Puntaiglas (Grisons). Il y a là, outre du Verrucano, passant au micaschiste, de la diorite, des phyllites, des gneiss séricitiques, le granit de Puntaiglas, des granits en filons et toute une série de roches éruptives accompagnant le minerai. Ce dernier est composé de magnétite, pyrite, hématite, avec beaucoup de Tourmaline et quelque peu de malachite. La composition approximative des parties riches est :

Minerai de fer	40 %
Tourmaline	40 %
Quartz	20 %

L'auteur décrit un *porphyre quartzifère* et d'autres roches très intéressantes qui accompagnent le minerai, ce sont :

Schistes gris vert, colorés en jaune, attribuables à une diorite décomposée.

Schistes chloriteux calcitique avec minerai.

Schiste séricitique épidotifère.

[1] *N. Jahrb. f. Min., Geol. und Pal.* 1897, IX. 1897. 217-257, 4 pl.

Gneiss porphyrique à muscovite.

Porphyrite quartzifère microgranulitique.

Aplites et *granites en filons* (granit porphyres).

Granit de Puntaiglas.

Le métamorphisme dynamique a beaucoup modifié la structure de ces roches; l'auteur basé sur la présence de la tourmaline en grande quantité, attribue la formation de ce minerai à des influences *pneumatolithiques*, soit à des *injections vaporeuses et thermales minéralisantes* pendant l'intrusion de la diorite.

L'effet dynamométamorphique se serait manifesté subséquemment. Le granit de Puntaiglas est considéré comme plus jeune.

L'étude pétrographique de M. Ball [1] sur la Serpentine de Davos qualifie cette roche comme résultant de la serpentinisation d'une roche péridotique, soit d'une lherzolite. Il y a reconnu positivement les restes d'olivine d'enstatite et de diallage. L'olivine a dû former au moins la moitié de la roche, ce qui est attesté par la forte proportion de la magnésie 35 °/₀. L'éruption de cette roche serait post-liasique et prétertiaire.

(*A suivre.*)

[1] *Dissertation présentée à l'Univ. de Zurich. loc. cit.*

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

E. Bamberger et F. Tschirner. Sur l'oxydation de l'aniline (*Berichte*, XXXI, p. 1522, Zurich).

On sait que l'aniline fournit par oxydation de nombreux dérivés parmi lesquels l'azobenzène, la benzoquinone, la dianilidoquinone-anilide, l'induline, le noir d'aniline, etc. sont des produits résultant d'une action oxydante plus ou moins profonde ou des produits de transformation de substances plus simples qui prennent naissance dans les premières phases de l'oxydation, mais qui n'ont pu être isolées comme telles jusqu'ici. Ces faits ont engagé les auteurs à étudier l'action de divers oxydants sur l'aniline et l'un d'eux avait déjà remarqué autrefois qu'une solution d'acide hypochloreux libre agit sur cette base d'une autre manière que le chlorure de chaux. En reprenant cette étude ils ont obtenu par l'action de l'acide hypochloreux en même temps qu'une résine noire de l'azobenzène, du p-amidophénol et d'autres composés, parmi lesquels la benzoquinone-chlorimide qui résulte de l'action de l'acide hypochloreux sur le p-amidophénol. Les auteurs ont supposé que ce dernier prenait lui-même naissance par transposition de la β-phénylhydroxylamine et ils ont en effet isolé du produit de la réaction du permanganate de potasse sur l'aniline en solution sulfurique et en présence d'une petite quantité de formaldéhyde du nitrosobenzène, ce qui revient au même; comme on sait d'autre part que l'aniline peut être transformée par

oxydation en nitrobenzène, on peut représenter la réaction par le schéma suivant :

$$C^6H^5.NH^2 \rightarrow C^6H^5NH(OH) \rightarrow C^6H^5NO \rightarrow C^6H^5NO^2$$

$$\searrow C^6H^4\begin{matrix} NH^2 \\ OH \end{matrix}$$

$$\searrow C^6H^4\begin{matrix} O \\ O \end{matrix}$$

Parmi les autres produits de l'oxydation, les auteurs ont pu isoler sous la forme de son sulfate la p-amidodiphénylamine $C^6H^5NH.C^6H^4NH^2$, ce qui peut avoir de l'intérêt pour la théorie de la synthèse de certaines matières colorantes; cette base se forme sans doute par l'action de l'aniline sur la phénylhydroxylamine, sa présence explique aussi la formation de la phénylquinone-imide et sans doute celle de l'azophénine d'où dérive l'induline. La série étudiée jusqu'ici des produits d'oxydation de l'aniline peut donc être représentée comme suit :

$$C^6H^5NH^2 \rightarrow C^6H^5NH.OH \rightarrow C^6H^5NO \rightarrow C^6H^5NO^2$$

$$\downarrow \qquad \searrow^{\times \text{ aniline}} \qquad \searrow^{\times \text{ aniline}}$$

$$C^6H^4\begin{matrix} NH^2 \\ OH \end{matrix} \qquad C^6H^4\begin{matrix} NH^2 \\ NHC^6H^5 \end{matrix} \qquad C^6H^5N = NC^6H^5$$

$$\downarrow \qquad \downarrow$$

$$C^6H^4\begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \qquad C^6H^4\begin{matrix} NH \\ NC^6H^5 \end{matrix}$$

$$\downarrow$$

Azophénine

Induline (Pseudomauvéine, etc. = Phénylphenosafranine).

Les auteurs se proposent de rechercher encore à expliquer la formation de l'éméraldine et du noir d'aniline, ainsi que d'étudier l'oxydation d'autres bases organiques.

R. Nietzki et A. Raillard. Sur les composés azammoniums (*Berichte*, XXXI, p. 1460, Bâle).

Les auteurs donnent le nom d'« azammoniums » aux dérivés alkyliques quaternaires de la benzène-azimide qui correspond à la formule type

$(CH^3)_2Cl$
N
N
N

Des composés semblables ont été préparés par Zincke et ses collaborateurs ainsi que par Nietzki et Braunschweig en méthylant directement les azimides ou les azimidols, mais jusqu'ici on n'avait pas essayé de les préparer en traitant directement les o-diamines alkylées asymétriques par l'acide nitreux ; les auteurs ont obtenu des résultats pour quelques dérivés de la méthyldinitrodiphénylamine de Leymann

CH^3
N
O^2N NO^2

ils ont préparé par nitration directe le *dérivé tétranitré*

CH^3
N
O^2N NO^2 O^2N NO^2

F = 210°, qui a été réduit partiellement par le sulfure d'ammonium en *dérivé monoamidotrinitré* ou par l'hydrogène sulfuré à chaud en *dérivé diamidodinitré* correspondant à la formule :

CH^3
N
O^2N NH^2 H^2N NO^2

L'action de l'acide nitreux sur l'amidotrinitrométhyldiphénylamine a donné lieu à la formation de l'***hydrate de trinitrodiphénylméthylazammonium***

```
                    CH³
                     |
      ___________N___________
                     |  \
O²N         N = N    OH   O²N         NO²
```

et sur la diamidodinitro-méthyldiphénylamine au composé :

```
                    CH³
                     |
      ___________N___________
                     |     O
O²N         N = N    N = N         NO²
```

lequel prend naissance en deux phases.

Les auteurs ont aussi étudié l'action de l'anhydride acétique sur la monamidotrinitrométhyldiphénylamine et ils ont obtenu, comme ils l'avaient prévu d'après la constitution de ce produit, une ***base éthénylique*** quaternaire $C^{15}H^{13}N^{5}O^{7}$, fusible à 264°, F. R.

GÉOLOGIE

ERNEST VAN DEN BROECK. EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE DE L'ÉTUDE DU GRISOU DANS SES RAPPORTS AVEC LES PHÉNOMÈNES DE LA MÉTÉOROLOGIE ENDOGÈNE ET AU POINT DE VUE DE SA PRÉVISION PAR L'OBSERVATION DES MICROSÉISMES. ***Bulletin de la Société Belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie.*** Séance du 14 juin 1898.

Le grisou est encore actuellement, malgré toutes les précautions que l'on a pu prendre dans la ventilation des mines et dans l'outillage des mineurs, un ennemi terrible pour les travailleurs de la houille qui fait en moyenne 2000 victimes par an. L'on peut même dire que le danger augmente toujours, à mesure que l'on exploite des galeries plus profondes et que l'on pénètre ainsi dans des zones où le gaz meurtrier est renfermé en plus grande quantité et sous des pressions beaucoup plus fortes.

Bien des hommes se sont évertués depuis longtemps à diminuer ce danger en cherchant à prévoir les coups de grisou et l'on connaît déjà depuis bien des années les relations qui existent entre ceux-ci et les seïsmes d'une part, les fortes chutes barométriques de l'autre. Mais il a manqué jusqu'ici à cette étude une direction rationnelle en même temps que la collaboration de tous les éléments nécessaires. Aussi a-t-elle peu progressé et c'est pourquoi le savant secrétaire général de la Société belge de Géologie voudrait faire adopter un plan général qui serait appliqué par les deux Sociétés belges de Géologie et d'Astronomie avec l'aide de tous les savants qui voudraient bien y prêter leur concours. Ce plan consisterait tout d'abord à créer sur différents points de la Belgique des stations géophysiques destinées à étudier les phénomènes sismiques, électriques, magnétiques du sol sous-jacent et à prévoir par ces études, les dégagements et explosions de grisou; ensuite à établir des stations de météorologie endogène dans le bassin du Hainaut, en vue de l'étude exacte du grisou. Les résultats de ces diverses études seraient collationnés par une commission spéciale de la Société belge de Géologie et ceux qui auraient un intérêt général publiés par les soins de la dite Société.

Il va sans dire que le but que poursuit M. van den Broeck présente le plus vif intérêt puisqu'il vise à garantir des plus terribles dangers, l'existence de milliers de travailleurs ; il semble d'autre part que le plan proposé soit excellent et nous ne doutons pas que, s'il est suffisamment appuyé dans les régions houillères, il n'amène bientôt à des résultats de première importance.

C. Sar.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 31 mars 1898.

L. Duparc. Constitution du Mont-Blanc. — R. de Saussure. Cinématique des fluides.

M. le prof. DUPARC présente son étude d'ensemble ***sur la constitution du Mont-Blanc.*** Ce travail va paraître dans les *Mémoires de la Société*, nous y renvoyons le lecteur.

M. René DE SAUSSURE fait une première communication *sur la cinématique des fluides* [1].

Séance du 21 avril.

J. Pidoux. Occultation d'Antarès par la Lune. — C. de Candolle. Un mémoire posthume d'Alphonse de Candolle.

J. PIDOUX. ***Sur l'occultation d'Antarès par la Lune dans la nuit du 13 au 14 mars dernier.***

On sait depuis 1849 que cette brillante étoile du ciel austral, d'une couleur rouge-feu caractéristique, est accompagnée d'une petite étoile de 7e grandeur qui la précède à l'Ouest à une distance de quelques secondes d'arc.

L'occultation ayant lieu à peu près suivant un diamètre lunaire, il en résulte qu'à l'émersion, au bord obscur de la

[1] Voir *Archives des sciences phys. et nat.*, 1898, t. V, p. 497.

Lune, le compagnon devait apparaître seul pendant un instant, l'étoile principale étant encore cachée par la Lune.

A Genève, 4 observateurs, à ma connaissance, ont suivi le phénomène, sans avoir élaboré un programme commun : 1° M. le professeur M. Thury, avec une lunette de 3 pouces de Reinfelden, très bonne et un grossissement de 72. 2° M. le Consul d'Italie, J. Basso, avec une lunette de 6 pouces et un grossissement de 225. 3° et 4° A l'Observatoire, au petit équatorial Gambey, objectif de 3 $^{1}/_{4}$ pouces et grossisement de 60 par M. Schär, astronome-adjoint et à l'équatorial Plantamour, objectif de 10 pouces et grossisement de 120 par l'auteur.

Il résulte de ces données, ainsi que de l'état du ciel, qu'aucun observateur n'était armé pour séparer optiquement l'étoile principale de son compagnon. La séparation était donc laissée entièrement à la lune fonctionnant comme écran mobile.

M. Thury a porté son attention sur le phénomène de l'immersion de l'étoile ; pour lui, elle s'est faite d'une façon très nette, sans aucun empiétement de l'étoile sur le disque brillant de la lune. Au contraire, M. Schär a remaqué qu'avant sa disparition, l'étoile s'est projetée pendant un instant sur le disque lunaire comme si elle voulait passer devant. Voilà donc le même phénomène vu de deux façons différentes. M. Thury avait mis sa lunette soigneusement au point, précisément en vue de ce phénomène d'empiétement et il pense que cela n'est peut-être pas indifférent. Si l'oculaire n'est pas au point, l'image de la lune est virtuellement un peu agrandie et il est possible que l'étoile paraisse se projeter sur l'image même de la lune avant de disparaître.

Pendant la durée de l'occultation j'ai cherché à plusieurs reprises, mais sans succès, à voir la lumière cendrée de la lune afin d'avoir un point de repère facile pour attendre la sortie de l'étoile. Or, pendant le même temps, M. le consul Basso a au contraire vu distinctement la partie obscure de la lune et cela assez bien pour lui permettre d'attendre la sortie en visant le bord cendré-obscur du disque lunaire. Il serait intéressant de rechercher quelles peuvent être les fac-

teurs atmosphériques qui peuvent ainsi faciliter ou empêcher l'apparition de la lumière cendrée.

A l'émersion, le compagnon est apparu seul, formant une étoile assez brillante, certainement de 6e grandeur ; au bout de quelques secondes, elle fit pour ainsi dire explosion en se transformant tout à coup en une brillante étoile rouge : C'était l'émersion de l'étoile principale.

Pendant le court espace de temps où le compagnon est resté seul, M. Basso l'a vu relativement brillant et d'une couleur qu'il désigne par vert véronèse ; M. Schär l'a vu plutôt blanc-jaunâtre et le réfracteur de 10 pouces me l'a montré bleu. Ainsi, autant d'observateurs, autant de couleurs différentes. Toutefois, il faut bien remarquer que l'objectif de 10 pouces est sur-corrigé ; il laisse le bleu-violet du spectre secondaire en dehors du contour brillant des images. Il en résulte que la couleur bleue qui dominait dans l'image de l'étoile pouvait provenir en tout ou en partie de l'instrument lui-même.

Enfin, voici les principaux instants du phénomène, tels qu'ils ont été notés à l'Observatoire :

Immersion. 13 mars 1898, temps moyen de Genève, 15 h. 7 m. 5,9 s. (Schär).

Emersion du compagnon	16 h. 21 m. 39.2 s. (Schär).
» »	16 h. 21 m. 38.9 s. (Pidoux).
Emersion de l'étoile principale	16 h. 21 m. 46.2 s. (Schär).
» » »	16 h. 21 m. 46.2 s. (Pidoux).

Durée totale de l'occultation 1 h. 14 m. 40,3 s.

Les dixièmes de seconde proviennent de la réduction du temps sidéral en temps moyen et de la correction de la pendule sidérale. Intervalle entre les deux étoiles : 7 secondes et 7,3 secondes.

Cet intervalle de plus de 7 secondes entre l'apparition du compagnon et celle d'Antarès lui-même n'est pas d'accord avec les mesures micrométriques directes. En effet, même en ne tenant compte que du mouvement apparent de la lune en ascension droite, 39 secondes d'arc par minute de temps, pour l'instant de l'émersion, on trouve qu'en 7,15 s., le che-

min parcouru par la lune est de 4",6. Ce serait même une valeur minima pour la distance entre les deux étoiles. Or les mesures directes varient entre 3" et 3",5 ; la valeur fournie par la lune semble incompatible avec ces dernières.

Il sera intéressant de voir si les résultats obtenus en d'autres lieux viennent confirmer les remarques précédentes[1].

M. C. de Candolle remet à la Société le tirage à part d'un écrit posthume de son père. Cet écrit extrait de l'annuaire du Conservatoire et du jardin botanique de Genève pour 1898 est intitulé : *Ce qui se passe sur la limite géographique d'une espèce végétale et en quoi consiste cette limite.* Dans ce travail, Alphonse de Candolle cherche à apprécier l'importance relative des causes biologiques et des causes physiques pour l'établissement des limites des espèces. Il s'y appuie principalement sur l'observation qu'il avait faite autrefois d'un grand nombre d'espèces étrangères au pays et qui abandonnées à elles-mêmes avaient cependant persisté pendant cinq années consécutives dans le jardin botanique de Genève. Les espèces en question étaient au nombre de 126, dont : 101 de pays éloignés tels que l'Amérique, la Chine, etc. ou d'origine inconnue; 20 du Tyrol, d'Autriche, de l'Italie septentrionale, de la France méridionale, ou du Dauphiné; 5 du Bas-Valais, et ordinairement aussi du Dauphiné ou d'Italie.

En résumé la discussion des faits l'amène à conclure, 1°, que la plupart des 101 espèces de la première catégorie ne deviennent pas sauvages dans notre pays en raison de causes biologiques, telles que la concurrence d'autres plantes, l'action des oiseaux, des insectes, etc., ou l'absence des insectes nécessaires à leur fécondation. 2°, que ces causes biologiques peuvent seules expliquer l'exclusion des 25 espèces des deux dernières catégories, c'est-à-dire des plantes spontanées dans les pays voisins du nôtre.

[1] Le nº 3490 des *Astr. Nachrichten* publie les résultats de Madrid. L'émersion du satellite a été observée 8s,2 avant celle de l'étoile principale.

Séance du 5 mai.

R. Gautier. Première comète périodique de Tempel.

M. Raoul Gautier communique à la Société ses *derniers calculs relatifs à la 1re comète périodique de Tempel.* Il se réfère aux précédentes communications qu'il a faites à son sujet dans les séances du 19 mars 1885[1] et du 17 novembre 1887[2]. Il rappelle seulement que cette comète a été observée en 1867, en 1873 et en 1879. Elle avait à cette époque une durée de révolution de 6 ans environ et s'est trouvée de 1867 à 1873 à grande proximité de la planète Jupiter, ce qui a amené de grandes perturbations dans son mouvement. Des perturbations considérables se sont également produites de 1879 à 1885 et l'orbite a été de nouveau profondément modifiée.

Les éléments de l'orbite qui déterminent sa forme sont le demi grand axe et l'excentricité. Ils ont subi de grands changements de 1867 à 1885, et la distance périhélie a fort augmenté, ce qui est très nuisible pour l'observation à partir de la terre, tandis que la distance aphélie n'a presque pas varié. C'est ce qui résulte du tableau de chiffres suivant, où les distances sont exprimées en unité de la distance moyenne de la terre au soleil :

Année	Demi grand axe	Excentricité	Dist. périhélie	Dist. aphélie
1867	3.175	0.5080	1.562	4.788
1873-1879	3.295	0.4626	1.771	4.820
1885	3.483	0.4060	2.069	4.898

La distance à la terre, en 1885, était de 1.51 au minimum et la comète n'a pas été retrouvée.

Au retour de 1892, les conditions d'observation étaient un peu moins mauvaises, mais la comète n'a pas non plus été retrouvée.

[1] *Archives*, 1885, t. 13, p. 441.
[2] *Archives*, 1887, t. 18, p. 577.

Pour le retour de 1898, M. Gautier a voulu tenter un effort pour que cette très intéressante comète pût être recherchée dans les meilleures conditions possibles.

Il a revisé ses calculs des perturbations exercées par Jupiter de 1879 à 1885, puis il a calculé la suite des perturbations de 1885 jusqu'en 1898. Il a pu s'assurer ainsi que l'éphéméride approchée qu'il avait publiée pour le retour de 1892 présentait une approximation suffisante.

De 1892 à 1898, on aurait pu s'attendre à de nouvelles perturbations très fortes. Mais il faut tenir compte du fait que, depuis 1879, la durée de la révolution de la comète a été portée à 6 $^1/_2$ années par l'action perturbatrice de Jupiter. Cette planète, ayant elle-même une durée de révolution de moins de 12 ans, a, durant cet intervalle, pris de l'avance, en longitude, sur la comète. Et effectivement, de 1892 à 1898, la distance entre les deux astres n'a pas été inférieure à 3 fois la distance de la terre au soleil. Les perturbations du mouvement ont été, somme toute, peu fortes et les éléments pour 1898 ressemblent à ceux pour 1885. La date du prochain passage au périhélie tombe sur le 4 octobre. D'autre part, la comète s'est trouvée en opposition au 12 mars, 7 mois auparavant. Les conditions d'observation sont donc aussi mauvaises, si ce n'est pires qu'en 1885. De plus il s'y ajoute l'incertitude de calculs qui reposent sur des observations faites en dernier lieu en 1879, il y a 19 ans.

M. Gautier a cependant envoyé aux journaux astronomiques une éphéméride pour les prochains mois, afin de presser la recherche de la comète. Puis, pour tenir compte de l'incertitude inévitable, il a calculé cette éphéméride non seulement d'après les éléments les plus probables, mais aussi en variant de ± 8 jours l'époque probable du passage au périhélie. Malgré les circonstances défavorables, on peut espérer qu'avec les puissants instruments dont l'astronomie dispose à notre époque, il sera possible de retrouver cette comète dont le mouvement présente des particularités si intéressantes.

A partir de 1898, Jupiter restera éloigné de la comète durant la prochaine révolution de celle-ci, et le retour au périhélie

aura lieu en avril 1905, ce qui concordera beaucoup mieux avec la période d'opposition et permettra de rechercher la comète dans de meilleures conditions.

Séance du 2 juin.

M Bedot. Recherches sur la population du Valais. — Preudhomme de Borre. La variation sexuelle chez les Arthropodes, par P. de Peyerimhof.

M. Bedot rend compte à la Société de Physique des résultats qu'il a obtenus dans ses ***Recherches sur la population du Valais.***

Les mensurations et observations ont été faites sur 1242 recrues du Haut et du Bas-Valais et sont relatives à l'indice crânien, à la taille et à la couleur des cheveux. La population du Valais est composée, en majeure partie, de têtes larges (Brachycéphales et Sous-brachycéphales).

Les Brachycéphales sont en majorité dans toutes les vallées latérales à l'exception de celles de Louèche, de Hérens-Hérémence et de Nendaz. Dans ces trois vallées, la majorité appartient aux Sous-brachycéphales.

Les têtes étroites, très rares dans les vallées latérales, se rencontrent surtout dans la plaine du Rhône où elles deviennent plus nombreuses lorsqu'on se rapproche du Lac.

Mais il existe une région où l'élément sous-dolichocéphale prédomine : c'est Savièze, au-dessus de Sion. L'influence de ce foyer sous-dolichocéphale se fait sentir à l'est, sur les coteaux et dans la plaine du Rhône, jusqu'à Venthone et Sierre (peut-être Louèche?) — et au sud, dans les vallées de Nendaz et d'Hérens-Hérémence.

L'étude de la taille et de la couleur des cheveux montre :

1° Que ce sont toujours les Sous-dolichocéphales qui ont la taille la plus élevée ;

2° Que la couleur châtain est la plus répandue, aussi bien chez les Brachycéphales que chez les Dolichocéphales;

3° Que dans tous les groupes d'indices crâniens les individus blonds ont une taille un peu plus élevée que les individus d'autres couleurs.

La hauteur de taille qui s'observe le plus souvent est 1^{m},64 (74 cas sur 1200). En faisant la moyenne de toutes les tailles. on obtient un chiffre à peu près semblable : 1^{m},635.

Les tableaux détaillés de ces mensurations seront publiés dans les *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris.*

M. Preudhomme de Borre signale le mémoire : *La variation sexuelle chez les Arthropodes,* publié récemment par M. Paul de Peyerimhof dans les Annales de la Société entomologique de France.

Il s'agit de l'étude d'un phénomène dont on découvre assez souvent de nouveaux exemples, un polymorphisme chez l'un ou l'autre des sexes (parfois chez les deux) présenté par un certain nombre de Crustacés, d'Arachnides et d'Insectes, et qui ne paraît pas être susceptible d'une explication unique, mais résulter de causes diverses et qui n'ont encore été que fort imparfaitement débrouillées. Le travail de M. de Peyerimhof n'est en quelque sorte qu'un résumé de l'état actuel de la question, prodrome de plus amples études.

M. le professeur Girard avait proposé le nom de *pœcilogonie* pour désigner les cas où la larve d'une espèce se présente sous plusieurs formes, souvent très différentes l'une de l'autre. M. de Peyerimhof propose les termes *pœcilandrie* et *pœcilogynie* pour les cas de polymorphisme du mâle et de la femelle.

A ce polymorphisme sexuel se rattachent les faits d'individus neutres ou agames, d'ouvriers, de soldats, si communs dans les Hyménoptères et Névroptères sociaux (Fourmis, Abeilles, Termites) et ceux analogues que l'on remarque chez les Pucerons et les Cynipides, où le phénomène se complique de ceux de *parthénogénèse* et de *génération alternante.*

Depuis longtemps on connaît aussi les *Papilio* de certaines régions intertropicales, où une forme mâle correspond à plusieurs formes femelles, fort différentes les unes des autres. M. de Peyerimhof combat l'explication du fait par le *mimétisme*, qui avait cours jusqu'ici pour ces espèces. Est-il dans le vrai ?

Des faits de même nature ont été observés chez des Coléoptères, des Hémiptères, des Psocus.

Chez les Crustacés, on en connaît aussi des exemples. Il a été reconnu que la *pœcilogynie* des *Artemia* était en corrélation avec le degré de salure de l'eau saumâtre où vit cette espèce, dont on fit jadis plusieurs espèces, basées uniquement sur les femelles; les mâles ne différaient pas les uns des autres.

Un cas fort curieux enfin, et où le milieu a aussi un rôle, est offert par des Sarcoptides plumicornes (Acariens). Le *Syringobia chelopus*, espèce qui vit dans les tuyaux des rémiges du *Totanus calidris*, et où les deux sexes prennent l'un aussi bien que l'autre, des formes toutes différentes, suivant qu'il sera possible aux deux sexes de s'accoupler ou non, lorsqu'ils sont prisonniers à l'intérieur de la tige des plumes; ce serait, chose assez étrange, la simple présence de l'autre sexe qui déterminerait l'orientation du développement vers l'une ou l'autre des deux formes que peut prendre chaque sexe.

En résumé, des faits observés, il semblerait qu'on peut généralement conclure que la virginité amène la femelle vers un perfectionnement, tandis que ce serait le contraire pour le mâle.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AOUT 1898

Le 1er, rosée faible le matin.

2, très forte ro ée le matin.

3, de 3 h. 50 m. à 4 h. du soir, tonnerres à l'W. et à l'WNW. ; quelques gouttes de pluie; à 8 h. du soir, éclairs à l'W.; pluie à 10 h. du soir.

4, à 1 h. 45 m. du matin, violent orage à l'W. et au SW.; durée une heure environ; à 7 h. 10 m. du matin, tonnerres au NW.

6, rosée le matin; léger hâle à 4 h. du soir.

7, hâlo solaire à 2 h. 30 m.; fort vent à 4 h. du soir; légères averses à 8 h. et à 9 h. du soir; depuis 9 h., éclairs à l'W. et à l'E.

8, pluie à 7 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir; fort vent depuis 1 h. du soir; à 7 h. du matin et à 3 h. 20 m. du soir, éclairs et tonnerres au NW. et au SW.

9, légère pluie pendant la nuit et à 1 h du soir; arc-en-ciel à 4 h. 30 m.; à 9 h., éclairs au S.; fort vent à 7 h. du matin.

10, très forte rosée le matin.

11, forte rosée le matin; forte bise à 4 h. du soir.

12, forte rosée le matin.

13, très forte rosée le matin.

14, très forte rosée le matin.

15, forte rosée le matin.

16, très forte rosée le matin.

17, forte rosée le matin.

18, forte rosée le matin.

19, rosée le matin; föhn de 3 h. à 5 h. du soir; la température monte brusquement et atteint 32°,9 à 3 h. 50 m.; c'est le maximum absolu de l'année.

20, rosée le matin.

21, rosée légère le matin; cumulus sur le Jura à 1 h. du soir; à 4 h., sur tout l'horizon, sauf au S.

22, faible rosée le matin.

23, orage au NNW. et au NW. de 9 h. 36 m. à 9 h. 42 m. du matin; à 10 h. 20 m., orage au SSW.; la plu e commence à tomber à 10 h. 06 m.; à 10 h. du soir, éclairs au SSE.

25, rosée le matin ; forte bise à 4 h. du soir.

26, forte bise à 10 h. du matin.

28, pluie à 4 h. du soir.

31, forte rosée le matin; pluie de 10 h. 30 m. du soir à minuit.



Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	728,77	Le 2 à 4 h. soir	726,95
6 à minuit	730,30	5 à 11 h. soir	730,35
8 à minuit	725,04	8 à 3 h. soir	719,73
10 à 7 h. matin	733,24	10 à 6 h. soir	732,22
15 à 8 h. matin	727,80	15 à 5 h. soir	725,98
23 à midi	732,19	23 à minuit	729,44
25 à minuit	729,26	25 à 4 h. soir	727,45
29 à 10 h. matin	731,64	30 à 4 h. soir	730,02

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM.	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Pellegrin	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY P. Pelletier
Total...	mm 29.8	mm 35.7	mm 26.0	mm 29.9	mm 34.7	mm 40.5	mm 27.0

Durée totale de l'insolation à Jussy : 289h 15m.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièm. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièm. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièm. Minim.	Fract. de saturation en millièm. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
1	729,05	+ 1,13	727,99	730,19	+16,49	− 2,28	+10,6	+22,3	821	+139	680	990	...	..	var.	3,1	0,88	2,4	18,0	− 0,7	144,0
2	728,18	+ 0,25	726,95	728,77	+18,49	− 0,25	+12,8	+26,3	775	+ 93	500	990	...	..	N. 1	2,9	0,18	11,4	18,3	− 0,4	142,5
3	728,69	+ 0,75	727,68	729,59	+19,29	+ 0,59	+13,0	+27,5	746	+ 63	450	970	0,5	..	var.	1,9	0,70	6,3	19,1	+ 0,3	143,5
4	730,64	+ 2,69	729,12	732,47	+19,67	+ 1,00	+14,9	+26,2	722	+ 38	340	990	5,3	2	var.	4,8	0,58	6,4	19,1	+ 0,3	142,2
5	731,81	+ 3,86	730,35	733,00	+18,56	− 0,07	+12,1	+24,0	708	+ 22	480	980	...	..	N. 1	3,3	0,00	12,7	19,3	+ 0,5	145,0
6	728,60	+ 0,64	726,99	730,30	+21,28	+ 2,69	+12,3	+30,0	654	− 33	350	990	...	..	var.	3,8	0,00	12,8	19,4	+ 0,6	143,1
7	726,26	− 1,70	723,52	728,60	+22,47	+ 3,92	+15,9	+31,6	641	− 47	400	920	0,8	1	SSW. 1	7,3	0,68	8,8	...	.....	141,0
8	722,62	− 5,34	719,73	725,04	+20,74	+ 2,24	+17,5	+26,9	725	+ 35	480	890	10,9	4	SSW. 2	10,8	0,98	2,8	19,7	+ 0,9	143,2
9	728,58	+ 0,61	722,39	733,05	+13,49	− 4,96	+10,7	+17,6	747	+ 56	620	900	1,7	1	var.	8,8	0,80	1,0	13,7	− 5,1	144,5
10	732,81	+ 3,84	732,22	733,24	+12,83	− 5,57	+ 6,3	+19,9	718	+ 25	430	970	...	..	NNE 1	6,9	0,38	11,8	12,6	− 6,3	146,8
11	732,28	+ 4,31	731,13	733,10	+14,92	− 3,43	+ 8,8	+20,9	681	− 13	500	910	...	..	NNE. 1	10,0	0,13	11,4	14,0	− 4,8	150,0
12	730,45	+ 2,48	729,12	731,84	+15,96	− 2,33	+ 8,7	+22,5	680	− 16	460	880	...	..	N. 1	3,8	0,00	12,1	14,8	− 4,0	144,5
13	729,47	+ 1,50	728,40	730,21	+17,98	− 0,25	+11,6	+24,2	781	+ 83	560	940	...	..	N. 1	3,3	0,03	12,3	17,8	− 1,0	142,5
14	728,25	+ 0,28	726,77	729,54	+20,24	+ 2,07	+12,9	+27,8	727	+ 27	480	970	...	..	N. 1	2,7	0,00	12,5	...	.....	140,0
15	726,96	− 1,00	725,98	727,80	+19,75	+ 1,65	+13,3	+26,1	724	+ 23	510	920	...	..	N. 1	2,3	0,02	12,2	19,7	+ 0,9	142,0
16	727,41	− 0,55	726,53	728,28	+19,94	+ 1,91	+13,2	+26,7	704	+ 1	510	850	...	..	N. 1	3,5	0,00	11,7	19,9	+ 1,1	141,8
17	728,31	+ 0,36	726,92	729,30	+21,71	+ 3,75	+14,6	+29,6	704	− 1	420	940	...	..	N. 1	2,1	0,13	11,2	20,4	+ 1,6	142,5
18	728,04	+ 0,06	727,00	728,95	+22,31	+ 4,42	+15,2	+29,9	610	− 98	310	870	...	..	N. 1	2,5	0,00	12,2	20,6	+ 1,8	142,4
19	729,09	+ 1,15	728,34	729,79	+22,97	+ 5,16	+15,8	+32,9	635	− 75	220	880	...	..	var.	2,9	0,40	11,8	21,9	+ 3,1	141,8
20	729,83	+ 1,90	728,30	730,70	+22,06	+ 4,33	+14,6	+28,9	654	− 58	450	890	...	..	N. 1	2,7	0,03	11,8	22,2	+ 3,5	143,5
21	729,92	+ 2,00	728,87	731,00	+22,61	+ 4,96	+15,4	+29,9	671	− 43	510	910	...	..	N. 1	2,7	0,05	11,8	...	.....	142,0
22	730,19	+ 2,28	728,89	731,24	+22,70	+ 5,13	+16,2	+30,9	716	0	500	940	...	..	N. 1	2,7	0,18	11,4	22,8	+ 4,1	146,2
23	730,69	+ 2,79	729,44	732,19	+21,20	+ 3,72	+15,9	+27,4	704	− 15	520	930	1,6	1	var.	4,4	0,88	4,3	22,7	+ 4,0	146,0
24	729,95	+ 2,06	728,60	730,75	+19,50	+ 2,11	+17,5	+24,4	752	+ 31	610	850	...	..	var.	3,5	0,88	1,4	22,7	+ 4,1	147,0
25	728,42	+ 0,54	727,45	729,26	+19,34	+ 2,04	+13,3	+25,2	718	− 6	450	940	...	..	NNE. 1	7,3	0,47	8,2	21,1	+ 2,5	148,2
26	729,28	+ 1,41	728,37	730,10	+18,33	+ 1,12	+13,6	+23,3	755	+ 29	550	950	...	..	N. 1	4,8	0,53	6,6	21,4	+ 2,9	145,0
27	729,74	+ 1,89	728,56	731,00	+20,87	+ 3,76	+13,8	+29,4	664	− 65	350	950	...	..	SW. 1	3,5	0,37	10,1	21,5	+ 3,0	145,4
28	728,57	+ 0,73	727,37	729,35	+18,08	+ 1,07	+14,1	+25,0	760	+ 29	520	920	6,1	3	var.	5,4	1,00	0,0	...	.....	140,0
29	730,45	+ 2,63	729,37	731,64	+15,92	− 0,99	+10,9	+20,9	570	−164	420	820	...	..	NNE. 1	6,3	0,32	11,8	20,7	+ 2,3	142,6
30	730,60	+ 2,80	730,02	731,45	+16,95	+ 0,15	+ 9,3	+26,3	691	− 45	390	930	...	..	SSW. 1	4,4	0,53	7,0	20,4	+ 2,0	145,7
31	730,56	+ 2,78	729,20	731,55	+19,01	+ 2,31	+10,8	+28,2	670	− 69	410	950	3,0	2	var.	5,0	0,27	11,8	19,9	+ 1,6	140,8
Mois	729,22	+ 1,56			+19,22	+ 1,31			704	− 6											

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,88	728,90	728,97	728,96	728,50	728,02	728,40	729,16
2e »	729,14	729,24	729,84	729,70	728,88	728,16	728,21	728,87
3e »	729,83	729,68	730,41	730,57	729,81	729,19	729,31	730,01
Mois	729,30	729,29	729,76	729,77	729,09	728,48	728,66	729,37

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 15,13	+ 13,38	+ 15,87	+ 20,01	+ 22,73	+ 22,67	+ 20,01	+ 16,84
2e »	+ 15,08	+ 13,31	+ 16,20	+ 21,68	+ 24,36	+ 25,76	+ 22,84	+ 19,05
3e »	+ 15,94	+ 14,33	+ 16,63	+ 21,76	+ 24,05	+ 24,02	+ 21,04	+ 18,25
Mois	+ 15,40	+ 13,69	+ 16,25	+ 21,17	+ 23,73	+ 24,15	+ 21,29	+ 18,05

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	884	949	801	646	547	525	649	805
2e »	844	902	801	618	504	453	637	756
3e »	821	897	787	600	525	534	660	755
Mois	849	915	796	621	525	506	649	772

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°	°		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+12,61	+ 25,23	+ 17,69	0,52	76,4	5,36	19,2	143,58
2e »	+12,87	+ 26,95	+ 19,03	0,04	119,2	3,58	...	143,10
3e »	+13,71	+ 26,45	+ 21,47	0,50	84,4	4,55	10,7	144,45
Mois	+13,08	+ 26,22	+ 19,40	0,36	280,0	4,50	29,9	143,73

Dans ce mois l'air a été calme 45,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 2,34 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 8°,4 W. et son intensité est égale à 24,6 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1898.

Le 1er, brouillard à 7 h. du soir.
3, pluie à 1 h. et à 7 h. du soir.
4, brouillard depuis 7 h. du soir.
7, pluie à 10 h. du soir.
8, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir; pluie depuis 4 h. du soir.
9, fort vent depuis 10 h. du matin; neige à 7 h. du matin et brouillard depuis 10 h. du matin.
23, pluie à 1 h. du soir.
24, brouillard depuis 1 h. du soir.
25, brouillard depuis 7 h. du soir.
26, brouillard depuis 7 h. du soir.
28, brouillard depuis 1 h. du soir.
29, brouillard depuis 7 h. à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	570,30	Le 2 à 6 h. matin	569.50
5 à 10 h soir	572 50	5 à 4 h. matin	571.90
9 à 11 h. soir	568,10	9 à 7 h. matin	563,10
13 à 10 h. soir	572,45	13 à 5 h. matin	571,40
15 à 11 h. soir	571,40	15 à 7 h. matin	570,51
22 à 10 h. soir	575,20	22 à 4 h. soir	574,56
25 à minuit	570,10	25 à 5 h. matin	568.40
27 à 1 h. matin	571.60	27 à 6 h. matin	571,30
29 à 10 h. soir	569.24	29 à 7 h. matin	567,93
31 à 9 h matin	571.50	31 à 11 h. soir	570.90

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm			
1	569.91	+ 1.03	569,53	570,30	+ 7.37	+ 0.97	+ 2,2	+10,7	.....	.....	....	NE. 1	0,53
2	570,08	+ 1,19	569.50	571 00	+ 7,36	+ 0,96	+ 5,7	+12,2	.....	.....	....	NE. 1	0,55
3	570,62	+ 1,72	570,00	570,88	+ 6,42	+ 0,03	+ 5,6	+ 9,1	22,0	.....	....	NE. 1	0,80
4	571,13	+ 2,23	570.15	572.23	+ 5.72	— 0.67	+ 4.0	+ 8,6	.....	.....	....	NE. 1	0.63
5	572,34	+ 3,44	571,90	572,50	+ 7,36	+ 0,98	+ 2,9	+10,2	.....	.....	....	NE. 1	0,00
6	572.09	+ 3,19	571,70	572.45	+11,52	+ 5,15	+ 7,2	+15,9	.....	.....	....	SW. 1	0.07
7	571.07	+ 2,18	570,30	572,28	+10,91	+ 4,56	+ 8,0	+14,7	.....	.....	....	SW. 1	0 48
8	566,56	— 2,33	564,00	570.00	+ 6,59	+ 0,26	+ 4,9	+ 9,5	.....	.....	....	SW. 1	1.00
9	565,14	— 3.74	563,10	568,10	— 1,63	— 7,94	— 2,3	+ 4.7	21,1	.....	....	NE. 2	1,00
10	569 34	+ 0.47	568.37	570.60	— 0,61	— 6,89	— 3,3	+ 2,8	.....	.....	....	NE. 1	0,22
11	571,08	+ 2,22	570.40	571,50	+ 6,56	+ 0,31	+ 0,2	+ 9,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
12	571,30	+ 2.45	570.87	572,20	+ 8,86	+ 2,64	+ 5,2	+13,9	.....	.....	....	SW. 1	0.02
13	571,91	+ 3,08	571,40	572,45	+ 9,67	+ 3,48	+ 6,4	+13,9	.....	....	....	NE. 1	0,02
14	571,74	+ 2,93	571,30	572.40	+10,51	+ 4,35	+ 8,0	+16,9	.....	.....	....	NE. 1	0,02
15	570,85	+ 2,06	570,51	571,40	+ 9,92	+ 3,80	+ 7,8	+13.7	.....	.....	....	NE. 1	0,17
16	571,48	+ 2,71	570.70	572,60	+11.32	+ 5,24	+ 7,9	+18,5	.....	.....	....	NE. 1	0,02
17	572,41	+ 3,66	572,10	572,64	+11,26	+ 5,22	+ 8,0	+15.8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
18	572,40	+ 3,68	572,20	573 00	+12,12	+ 6,12	+ 8,7	+17,5	.....	.....	....	NE. 1	0,05
19	573,43	+ 4,74	572.75	574.19	+13.04	+ 7,09	+10,0	+18,2	.....	.....	....	NE. 1	0,32
20	574,19	+ 5,53	574 01	574,59	+12,91	+ 7,01	+ 9,2	+18,7	.....	.....	....	NE. 1	0,10
21	574,36	+ 5,73	574,00	574,70	+13,04	+ 7 19	+10,0	+18,6	.....	.....	....	NE. 1	0,05
22	574,73	+ 6,13	574,56	575 20	+12,31	+ 6,52	+ 7,3	+21,1	.....	.....	....	NE. 1	0,13
23	573,70	+ 5,14	572,80	574,55	+ 9,26	+ 3,53	+ 7,7	+16,4	.....	.....	....	SW. 1	0,57
24	570,98	+ 2,46	570,10	572 70	+ 6,39	+ 0,72	+ 4,8	+13,1	....	.....	....	NE. 1	0,82
25	569.05	+ 0.57	568,40	570.10	+ 5,71	+ 0.11	+ 3,8	+ 9,7	.....	.....	....	NE. 1	0,65
26	570.23	+ 1,79	569,20	571.60	+ 5,71	+ 0,18	+ 5,0	+ 9,4	.....	.....	....	SW. 1	0,60
27	571,54	+ 3,14	571,30	571,60	+ 7,12	+ 1,66	+ 4,9	+10,7	.....	.....	....	SW. 1	0,38
28	569,79	+ 1,44	568,60	571,35	+ 6,46	+ 1.07	+ 4,2	+13,0	.....	.....	....	NE. 1	0,82
29	568,53	+ 0,23	567.93	569,24	+ 2,34	— 2,98	+ 1,4	+ 5,2	.....	.....	....	NE. 1	0,35
30	570,17	+ 1,92	569 20	571,50	+ 6,07	+ 0,83	+ 0,2	+ 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,17
31	571,23	+ 3,03	570.90	571,50	+ 7,79	+ 2,63	+ 5,7	+11,7	.....	.....	....	NE. 1	0,18
Mois	571.08	+ 2,68			+ 8.04	+ 2.06							0 35

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AOUT 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade ..	570,01	569,58	569,62	569,77	569,76	569,71	569,94	570,22
2e » ...	572,08	571,79	571,86	571,99	572,00	572,12	572,25	572,55
3e » ...	571,56	571,20	571,19	571,39	571,29	571,17	571,24	571,36
Mois	571,23	570,87	570,90	571,06	571,03	571,01	571,15	571,38

Température.

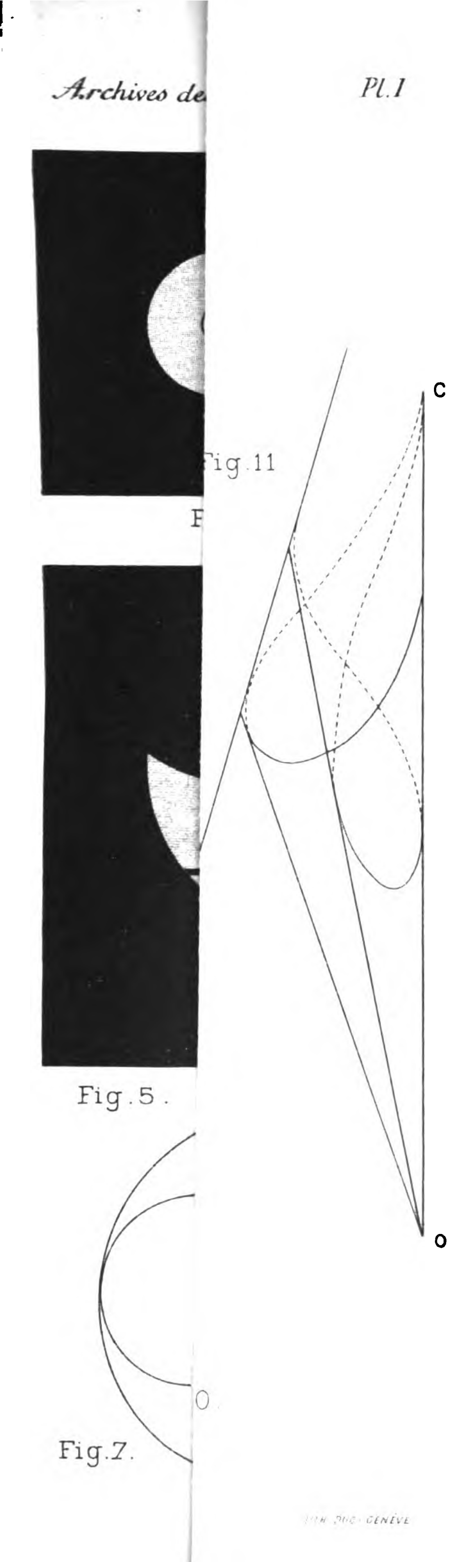
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 5,81	+ 7,20	+ 8,45	+ 8,46	+ 6,42	+ 5,60
2e » ...	+ 8,98	+ 12,26	+ 13,99	+ 13,26	+ 10,86	+ 9,68
3e » ...	+ 7,48	+ 9,44	+ 10,19	+ 9,22	+ 7,30	+ 6,54
Mois	+ 7,42	+ 9,63	+ 10,85	+ 10,27	+ 8,16	+ 7,25

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	cm
1re décade...	+ 3,49	+ 9,84	0,53	43,1	....
2e » ...	+ 7,14	+ 15,68	0,07	....	....
3e » ...	+ 5,00	+ 12,51	0,43	....	....
Mois	+ 5,20	+ 12,67	0,35	43,1	....

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 2,94 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 51,1 sur 100.

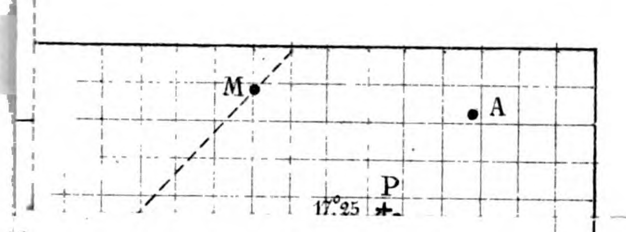


F

Fig. 5.

Fig. 7.

lith. Duc. Genève



des ordonnées correspond à 0,000022057 volt

ontaux du quadrillage qui sont espacés de

du parallélipipède P

" " G

aux autres parall.es

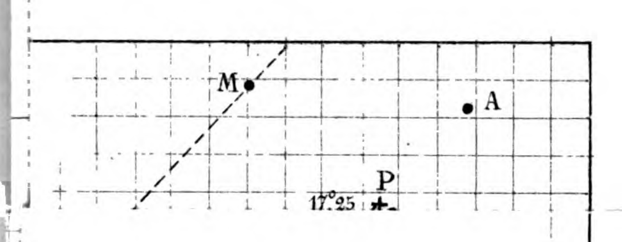
pérature t (inférieure) dans l'expérience

périeure) se lit sur l'axe des abscisses

94°5 94°6 96°5

90°

100°



des ordonnées correspond à 0,000022057 volt

ontaux du quadrillage qui sont espacés de

du parallélipipède P

" " G

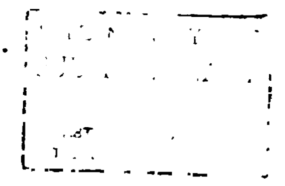
aux autres parall.es

npérature t (inférieure) dans l'expérience

ipérieure) se lit sur l'axe des abscisses

94°5 94°6 96°5

90° 100°



NOTICE

SUR

UN TRANSFORMATEUR

DE M. KLINGELFUSS A BALE

PAR

Henri VEILLON

Depuis la découverte des rayons de Röntgen on a vu surgir partout des laboratoires spéciaux de radiographie. La bobine de Ruhmkorff est venue y prendre place sous la forme ordinaire qu'on lui connaît dans les cabinets de physique. Parmi les recherches incessantes, qui ont pour but le perfectionnement du matériel radiographique, un grand nombre sont consacrées à cet appareil si important. Les constructeurs, après l'avoir modifié pour les besoins de l'électrotechnique, s'appliquent en particulier à lui donner une forme appropriée au manuel opératoire de la radiographie. A l'exposition, qui accompagnait ces jours passés la session annuelle de la Société allemande de physique à Dusseldorf, on a pu voir plusieurs appareils construits dans ce but par diverses maisons. Je me propose dans ce qui va suivre, non pas d'établir des comparaisons entre des types différents, mais de donner quel-

ques indications sur des mesures que j'ai eu l'occasion de faire sur un instrument de ce genre imaginé par M. F. Klingelfuss ingénieur-électricien à Bâle. Ces mesures ont été exécutées comparativement à une grande bobine de Carpentier avec l'aide de M. Bäurlin chez M. Klingelfuss. Cette bobine à 0,62 cent. de longueur et 0,22 cent. de diamètre. Les instruments de mesure nécessaires avaient été mis très gracieusement à ma disposition par M. le professeur Hagenbach-Bischoff.

Ce qui distingue tout particulièrement l'appareil en question de la bobine Ruhmkorff, c'est qu'à l'instar des transformateurs ordinaires techniques, le noyau de fer est presque complètement fermé, comme l'indique la figure ci-contre, par une armature A, fendue verticalement en son milieu. L'intervalle n'est que de quelques millimètres.

Cette traverse pouvait être remplacée par une seconde

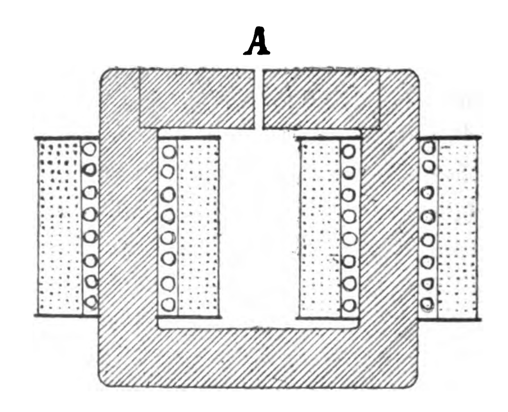


Fig. 1.

non fendue. Le noyau entier et la traverse sont formés de lamelles de fer doux, séparées par du papier, et la

masse totale surpasse considérablement celle du fer dans la bobine Ruhmkorff. Deux paires de bobines primaires et secondaires sont disposées sur les deux branches verticales du cadre, les secondaires entourant les primaires. La disposition essentielle est l'enroulement du fil secondaire, que M. Klingelfuss obtient au moyen d'un appareil fort ingénieux que nous n'avons pas à décrire ici. Cet enroulement est absolument mathématique et combiné de manière à écarter, selon des règles précises, les spires en raison de leurs différences de potentiel. Le procédé de fabrication, dont M. Klingelfuss tient à conserver le secret, permet d'enrouler le fil de manière à éviter d'une spire à l'autre même le contact de l'enveloppe de soie qui le recouvre. Le nombre des spires, soit primaires, soit secondaires est très inférieur à celui de la bobine Ruhmkorff. Voici les données comparatives pour les enroulements des deux appareils en question; les chiffres indiquent le nombre des spires:

	Bobine Carpentier	Transformateur Klingelfuss
Fil primaire	322	112
Fil secondaire	153.000	18.000

Les deux paires de bobines peuvent être utilisées soit en les mettant en série, soit en les reliant parallèlement.

L'interrupteur est à mercure et fonctionne séparément alimenté par un courant spécial. Dans les expériences suivantes on n'a utilisé que des fermetures et des ruptures isolées du circuit primaire, obtenues au moyen d'un dispositif fort simple. Un levier métallique horizontal, mobile autour d'un axe également horizontal, portait à une extrémité deux tiges en cuivre à bouts de platine plongeant dans deux godets de mercure recouvert d'al-

cool. Dans cette position le courant entrait par l'un des godets et ressortait par l'autre. L'interruption se faisait au moyen d'un poids tombant d'une hauteur constante d'environ 1^m50 sur l'autre extrémité du levier.

Les mesures furent exécutées dans le circuit secondaire fermé à travers un galvonomètre balistique. On obtenait ainsi pour chaque fermeture et pour chaque rupture la quantité d'électricité induite. Les résultats fournis par de nombreuses expériences en utilisant des courants primaires de différente intensité, sont représentés graphiquement dans le tableau ci-contre. Les courbes sont des moyennes entre les quantités induites à la fermeture et à la rupture du courant primaire. D'après la théorie ces deux quantités doivent être identiques. Elles se sont en effet montrées à très peu près telles pour l'appareil de M. Klingelfuss lorsqu'il était muni de la traverse fendue. Pour la traverse pleine il y avait une petite différence sur laquelle nous ne voulons pas insister. Avec la bobine Ruhmkorff par contre il y a une assez grande différence en faveur de la rupture dans certains cas, en faveur de la fermeture dans d'autres; mais nous passerons ici sur ce détail.

Les abscisses représentent les intensités du courant primaire en ampères, les ordonnées; les quantités induites en microcoulombs.

La courbe I se rapporte à la bobine Ruhmkorff de Carpentier. Les autres courbes sont fournies par l'appareil Klingelfuss dans les conditions suivantes : Dans II et III, les bobines primaires sont reliées parallèlement; II est formé par l'appareil dégarni de l'armature A, et III par l'appareil muni de l'armature. On voit l'importance colossale de cette dernière qui a pour effet de conduire

les lignes de forces en les empêchant de venir entraver l'effet de l'induction par un parcours défavorable. Les quantités induites dans l'appareil muni de son armature

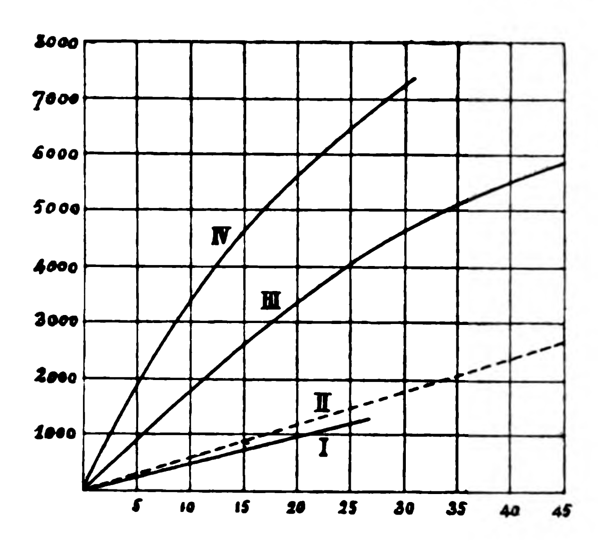


Fig. 2

sont près de trois fois plus considérables que celles induites dans l'appareil sans armature. A mesure qu'on s'élève dans l'intensité du courant primaire, ce rapport diminue un peu. Voici d'ailleurs quelques chiffres relatifs aux courbes II et III. Ce sont les quantités induites en microcoulombs :

	5	10	15	20	30	45	ampères
Avec armature	872	1780	2616	3540	4620	5878	microcoulombs
Sans armature	293	614	912	1215	1837	2694	»
Rapport :	3,0	2,9	2,9	2,9	2,5	2,2	

La courbe IV enfin représente les quantités induites lorsque les deux bobines primaires sont reliées en séries.

On voit qu'elle s'élève encore beaucoup plus que la courbe III au-dessus de celle fournie par la bobine Ruhmkorff. On obtient ainsi avec le même courant primaire une quantité beaucoup plus considérable qu'avec le Ruhmkorff. Voici d'ailleurs le résultat des mesures pour des courants primaires variant de 10 à 25 ampères.

	10	15	20	25	ampères.
Transformateur Klingelfuss	3440	4600	5550	6300	microcoulombs
Bobine Carpentier	524	750	1094	1270	»
Rapport :	6,7	6,1	5,1	5,0	

En se reportant aux données comparatives faites au début sur le nombre des spires des enroulements primaires et secondaires dans les deux appareils, on reconnaîtra la supériorité incontestable de l'appareil de Klingelfuss.

Jusqu'ici nous n'avons envisagé que la quantité de l'électricité induite. Reste encore à examiner la tension en circuit secondaire ouvert. La longueur des étincelles atteint exactement celle que l'on obtient avec la bobine Ruhmkorff, soit 42 et même 45 centimètres. D'ailleurs ceci est un point dont il ne faut pas exagérer l'importance dans le cas particulier des applications à la radiographie. Il est fort rare que dans les tubes employés pour les rayons de Röntgen la distance des bornes où les électrodes sont scellées dans le verre ne dépasse 30 centimètres. C'est pourquoi il n'y a pas avantage à forcer la construction de la bobine dans ce sens, tandis qu'il est nécessaire de lui faire rendre des quantités aussi grandes que possible. Une bobine de la puissance explosive de 60 centimètres par exemple fournira toujours des résultats inférieurs à ceux que donnera une bobine de la puissance de 30 centimètres mais dont les quantités à chaque dé-

charge sont beaucoup plus fortes que dans la première. A ce point de vue en effet l'appareil que nous avons étudié fournit des rayons de Röntgen très puissants. Pour en revenir aux étincelles nous ajouterons que celles-ci ont à longueur égale une auréole beaucoup plus large que celles de la bobine Ruhmkorff. A 25 centimètres on sépare encore par le souffle l'auréole qui s'écarte sous forme de véritables flammes, chose que l'on ne réalise plus guère avec le Ruhmkorff au delà de 7 ou 8 centimètres.

Ce qui permet d'obtenir des résultats aussi intenses c'est comme nous l'avons indiqué, la grande masse du noyau fermé de fer doux et l'enroulement mathématiquement régulier du fil secondaire. Ce dernier a 0,2 mm. de diamètre, tandis que celui de la bobine Ruhmkorff n'a que 0,16 mm., ce qui lui donne une section presque double ($^{10}/_{6}$) de celle du fil du Ruhmkorff. La résistance du fil induit est ainsi considérablement diminuée, et cela d'autant plus que le nombre des spires de l'induit est relativement petit. Elle n'est que de 8.000 ohms environ contre 50.000 qu'elle atteint dans la bobine Ruhmkorff. La tension étant donc la même que pour la bobine Ruhmkorff et les quantités induites (si l'on veut aussi les intensités) étant environ sextuples, l'énergie rendue est environ six fois plus grande. Si l'on considère enfin que cette énergie six fois plus grande est obtenue par un inducteur qui est bien inférieur au Ruhmkorff sous le rapport des ampères-tours on verra combien le rendement de ce nouvel appareil est avantageux.

RECHERCHES

SUR LE

VERSANT SUD-EST

DU

MASSIF DU MONT-BLANC

PAR

Francis PEARCE

Assistant au laboratoire de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Genève.

(Suite et fin[1]*.)*

QUATRIÈME PARTIE

LES TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Dans la bordure méridionale du massif du Mont-Blanc, les terrains sédimentaires sont peu développés, ils sont représentés par : le Carbonifère et le Permien rares, le Trias, l'Infralias, le Lias, le Dogger et le Quaternaire.

On en trouve dans le Val Ferret suisse, quelques lambeaux plaqués contre les parois abruptes de porphyres; de petits affleurements se voient également sur la rive droite de la Dranse près de Som-la-Proz et la Seiloz.

[1] Voir *Archives*, t. VI, juillet 1898, p. 56, août, p. 134, et septembre, p. 257.

Au col des Grépillons et au col Ferret, les dépôts sédimentaires deviennent plus importants, ils forment alors une épaisse bande, allant de la base de l'arête des Grépillons, au village de Ferret. A partir du col Ferret, cette bande se poursuit sur la rive gauche de la vallée de la Doire, forme l'anticlinal de la Montagne de la Saxe et du Mont-Chétif, ainsi que le synclinal de Courmayeur, puis disparaît près de la cantine de la Visaille, sous les schistes lustrés ou le quaternaire, pour reparaître dans la partie supérieure du Val de l'Allée blanche, dans les plis des Pyramides Calcaires, du col de la Seigne, etc.

Le sédimentaire se trouve aussi sur la rive droite de la Doire, où il forme un talus entre Praz-Sec et l'extrémité du glacier de la Brenva.

La direction des couches est sensiblement N.-E.-S.-O. et le plongement se fait généralement au S.-E., sauf toutefois dans la région voisine de Courmayeur, où les couches se replient sous le massif du Mont-Blanc, en plongeant au N.-O., tandis que vis-à-vis, elles se renversent sous le flanc nord de la Montagne de la Saxe et du Mont-Chétif. Le synclinal de Courmayeur, qui est isoclinal couché dans sa plus grande longueur, présente en cet endroit la disposition en éventail.

Au sud, ces terrains triasiques ou liasiques supportent les schistes lustrés de la zone du Briançonnais.

Nous n'entrerons pas ici dans une étude détaillée des formations sédimentaires, nous ne ferons que résumer les travaux antérieurs, en y ajoutant quelques observations que nous avons eu l'occasion de faire.

L'étude que nous avons faite, n'ayant pas eu pour but celle des formations sédimentaires, et comme d'ailleurs il existe certaines lacunes dans la connaissance des forma-

tions très intéressantes de cette région, il serait à désirer qu'il en soit fait une étude stratigraphique plus complète.

§ 1. *Le Carbonifère et le Permien.*

Ces deux formations manquent en général sur le versant sud du Mont-Blanc, ils n'ont été signalés qu'en deux endroits seulement :

Le premier, au Mont-Fréty, où l'on trouve entre le granit et les schistes du Lias, un grès que MM. Duparc et Mrazec ont rapporté au Carbonifère. C'est une roche gréseuse, compacte ; au microscope, le type est essentiellement quartzeux et renferme des grains arrondis de quartz, un peu d'orthose et d'oligoclase, puis par places quelques plages arrondies de granit ou de granulite. Le deuxième point, est dans le cœur de l'anticlinal triasique des Pyramides Calcaires, où l'on trouve une roche verte, que les auteurs précités rapportent au Trias inférieur ou plutôt au Permien, vu ses caractères pétrographiques.

§ 2. *Le Trias.*

Le Trias, généralement peu développé, se trouve, sous forme de quartzites, de calcaires dolomitiques et de dolomies.

Les *Quartzites* paraissent être à la base des formations triasiques ; dans la région du Val Ferret, on les rencontre seulement au Mont-Chétif, où elles forment un chapeau recouvrant les quartzporphyres, et à la Montagne de la Saxe, où l'on en trouve par-ci par-là quelques lambeaux.

Ce sont des roches vertes ou blanches, cristallines, ressemblant parfois à des roches granitiques, le grain en est

plus ou moins grossier et la structure un peu schisteuse. Elle sont formées de galets de quartz et de feldspaths, réunis par un ciment constitué par des grains de quartz et de feldspaths roulés, de la calcite, de la séricite et de la chlorite.

Les *Dolomies* et les *Cargneules* sont plus répandues, elles se rencontrent sur le flanc méridional de la Montagne de la Saxe et du Mont-Chétif, les dolomies sont des roches blanches ou grisâtres, d'aspect bréchiforme, elle reposent sur les porphyres et supportent les cargneules.

Au Catogne, le Trias est représenté par une brèche, reposant sur le porphyre, sur laquelle s'appuyent des calcaires dolomitiques bleuâtres ou des schistes dolomitiques.

Quant aux cargneules, elles prédominent dans le Val Ferret, sur les autres formations du Trias elles supportent soit un conglomérat, que nous avons rapporté à l'infralias et que nous décrirons plus loin, soit des schistes liasiques ou les schistes lustrés de la zone du Briançonnais. Ce sont des roches jaunes, vacuolaires et bréchiformes, elles renferment quelquefois de gros débris de quartz et des fragments de blocs de calcaires dolomitiques ; le ciment est calcaire, gréseux et jaunâtre.

Les cargneules forment une bande à peu près continue, que l'on peut suivre sur la rive droite de la Dranse, depuis Som-la-Proz au col Ferret ; on les retrouve plus loin à la Montagne de la Saxe et au Mont-Chétif, et enfin elles sont très développées dans la région des Pyramides Calcaires et du col de la Seigne.

Sur l'autre rive du Val Ferret, le trias fait généralement défaut parmi les terrains sédimentaires plaqués contre les flancs du Mont-Blanc, à l'exception toutefois

du Catogne, où l'on trouve comme nous l'avons déjà dit des brèches et des dolomies triasiques.

Comme on le voit, les divers termes de la série triasique ne se rencontrent que très rarement ensemble, les suppressions que l'on observe, sont sans doute dues à des étirements locaux fréquents d'ailleurs dans ces régions, plutôt qu'à des lacunes dans les dépôts triasiques.

§ 3. *L'Infralias.*

Dans la bordure sud-est du massif du Mont-Blanc, l'infralias est représenté par des grès et des conglomérats. Il est très développé dans la région du col du Bonhomme et du col des Fours, où il forme les grès singuliers. A la Montagne de la Saxe, à la Maya et à l'Amore, contre les parois des Six-Neirs, on trouve encore des conglomérats, que nous avons rattachés à l'Infralias, à cause de l'analogie de faciès et des conditions de gisement avec les grès singuliers du col des Fours.

Les grès singuliers.

Ceux-ci ont été remarqués en premier lieu par de Saussure, qui leur a donné ce nom, puis ils ont été encore étudiés par Lory et l'abbé Vallet, qui leur ont assigné l'âge infraliasique, d'après les fossiles qu'ils y ont rencontrés; M. E. Ritter enfin en a fait une étude très complète[1], à laquelle nous renvoyons le lecteur pour de plus amples renseignements. Nous résumerons cependant ici leurs caractères principaux afin de pouvoir

[1] E. Ritter. *Loc. cit.*

établir l'analogie entre ces grès et les conglomérats de la Saxe, de la Maya et de l'Amône. Les grès singuliers sont des grès, ou des conglomérats, de couleur rouge brunâtre, renfermant des galets réunis par un ciment calcaire ou argileux chargé de paillettes de séricite.

Les galets que renferment ces conglomérats sont formés par des roches éruptives, cristallines, calcaires ou dolomitiques.

Parmi les roches éruptives ou cristallines formant les galets on trouve :

1° De la protogine.

2° Des granulites, riches en oligoclase, avec un peu d'orthose et de quartz, le mica y est rare.

3° Des granulites analogues à celles que l'on trouve intercalées dans le revêtement porphyrique du Val Ferret suisse.

4° Des fragments de micaschistes granulitisés, semblables à ceux de l'arête du Brouillard, ou bien à ceux intercalés dans les porphyres.

Quant aux galets de roches sédimentaires, ce sont des cailloux de dolomies et de calcaires, analogues à ceux en place dans la région.

Les grès singuliers supportent dans cette région des schistes noirs liasiques, qui nous paraissent assez semblables à ceux qui reposent dans le Val Ferret sur les conglomérats de la Maya et de l'Amône.

Le conglomérat de la Montagne de la Saxe.

A la Montagne de la Saxe, près du village du même nom, on trouve un conglomérat formé de cailloux roulés de granit et de dolomie, il supporte les schistes noirs du

Lias et repose sur le Trias, qui y est représenté par des dolomies et des quartzites blanches.

Les cailloux granitiques que l'on y trouve, sont en tout semblables au granit du Mont-Blanc, ce sont des roches pauvres en quartz, avec de jolies lamelles de mica vert, le feldspath est de l'oligoclase et de l'orthose. Quelques-uns de ces cailloux de granit accusent des phénomènes dynamiques très intenses.

L'analogie dans les conditions du gisement, de ce conglomérat avec les grès singuliers du col des Fours, nous le font rattacher à la même formation.

Le conglomérat de la Maya et de l'Amône.

Dans le revêtement sédimentaire de la Maya et de la paroi des Six-Niers, dominant le hameau de l'Amône, Favre, puis Gerlach ont déjà mentionné l'existence d'un conglomérat reposant sur le porphyre et supportant les schistes noirs du Lias.

Nous l'avons étudié dans ces deux localités et nous en donnerons ici une description détaillée.

Dans le Val Ferret, ce conglomérat paraît être absolument sporadique, nous ne l'avons rencontré qu'à la Maya et à l'Amône, mais il n'est pas impossible qu'il ait été plus étendu, mais alors supprimé par un de ces étirements si fréquents dans cette région.

A la Maya, la position stratigraphique de ce conglomérat est facile à établir par une coupe faite dans les ravins creusés dans le revêtement sédimentaire, par les torrents qui descendent du glacier du Mont-Dolent. Il repose directement sur les porphyres, et il est surmonté par des schistes argileux noirs, qui ne font généralement

pas effervescence avec l'acide chlorhydrique. Ces derniers sont un horizon très constant dans la bordure sédimentaire du Val Ferret, on y a, paraît-il, trouvé des belemnites [1]; en tout cas ils sont absolument semblables à ceux décrits par M. Ritter, comme étant à la base du Lias. En d'autres endroits ces mêmes schistes reposent sur des quartzites triasiques.

A l'Amône, le conglomérat de faible épaisseur, repose également sur le porphyre. On en trouve de nombreux blocs dans les éboulis et en place, on ne peut guère le voir qu'en lambeaux dans le voisinage des galeries qui desservaient les anciennes mines de pyrite.

A l'endroit même où on l'observe, il supporte des calcaires spathiques et pyriteux, dans lequel Greppin [2] a trouvé une faune Bajocienne; mais il est vraisemblable que les schistes noirs de la Maya soient ici localement supprimés. En effet, on trouve des débris de ces mêmes schistes dans les éboulis et ils paraissent provenir d'un point inaccessible, situé plus haut dans la paroi. Ces schistes supporteraient alors les calcaires spathiques à échinodermes.

Le conglomérat renferme en abondance des galets parfaitement arrondis, dont la grosseur peut atteindre celle de la tête. Les roches formant ces galets appartiennent aux différents types suivants :

1° Des porphyres quartzifères, (microgranulite, micropegmatite, porphyres globulaires), identiques à ceux que l'on trouve en place dans les parois dominant le Val Ferret.

[1] Graeff. *Loc. cit.*

[2] Greppin. Fossiles bajociens dans les mines de pyrites ferrugineuses du Val Ferret. *Verhandlung der Schweizer Naturv. Ges. Jahresbericht*. 1875, 76.

2° Des cailloux de protogine et de granulite, plus rares déjà et ayant tous les caractères de ces mêmes roches en place dans le versant sud-est du Mont-Blanc.

3° Des amphibolites feldspathiques, (pseudosyénites, pseudo-diorites), parfaitement semblables à celles que l'on trouve encore aujourd'hui en place et dans les éboulis des parois de la Maya et des Six-Niers.

4° Des cailloux calcaires.

Le ciment, qui fait corps intime avec les cailloux, se montre sous le microscope, formé d'une quantité de petits galets de porphyre, de plages minuscules de granit et de grains arrondis de quartz et de feldspath ; le tout est aggloméré par des grains de calcite et des plages de fluorine.

Ce dernier minéral présente parfois de jolies sections carrées, avec des clivages octaédriques et renferme de nombreuses inclusions opaques.

La fluorine a été mise en évidence par la méthode de Becke, en utilisant des contacts favorables avec le quartz, l'indice en a toujours été trouvé inférieur à N_p du quartz. Le fluor a d'ailleurs été aussi reconnu par les méthodes analytiques ordinaires.

A notre avis, ce conglomérat doit être rapporté à l'Infralias, nous ne l'avons jamais vu, il est vrai, reposer sur le Trias, mais nous savons qu'il est nettement inférieur aux schistes noirs que l'on considère comme la base du Lias. Ce poudingue nous paraît comparable au grès du col du Bonhomme et aux conglomérats qui l'accompagnent. Or l'âge infraliasique de ces derniers a été établi par des fossiles, comme aussi par leur position stratigraphique entre le Trias supérieur et les schistes du Lias inférieur.

C'est probablement à la même époque qu'il faut rattacher le conglomérat sporadique de la Montagne de la Saxe, intercalé lui aussi entre le Trias et le Lias et qui renferme des cailloux de granit associés à des fragments de calcaires dolomitiques.

§ 4. *Le Lias.*

Le Lias, dans le Val Ferret prédomine dans les formations sédimentaires, il est disposé généralement en grandes dalles, plaquées contre les parois du Mont-Blanc. Au Mont-Chemin, au Catogne, au Col Ferret et au Mont-Fréty, il forme de puissantes assises, tandis que dans beaucoup d'autres endroits du Val Ferret, on n'en trouve que quelques lambeaux accrochés contre les parois abruptes de cette partie du massif.

Le Lias du Mont-Blanc peut se subdiviser en deux nouveaux horizons :

1° Le Lias inférieur, calcaire.

2° Le Lias supérieur, schisteux.

Le Lias inférieur, se présente sous deux types distincts, mais qui n'ont rien d'absolu ; entre eux il existe des variétés de passage.

La même observation peut être faite relativement au Lias du synclinal de Courmayeur et les schistes lustrés de la zone du Briançonnais, on ne peut parfois trancher la limite exacte de séparation, ces deux formations présentent sur quelques échantillons, les caractères de l'une ou de l'autre.

Le premier type est formé par des schistes noirs argileux, qui ne font pas effervescence avec l'acide chlorhydrique. Ce sont ces schistes qui dans la région du Col-du-

Bonhomme, s'appuyent sur les grès singuliers, et ce sont probablement les mêmes schistes, que l'on peut suivre dans toute la bordure sédimentaire du Val Ferret, et qui, à la Maya et à l'Amône, reposent sur le conglomérat.

Le deuxième type est représenté par des schistes calcaires, spathiques, ils se délitent en plaquettes et sont quelquefois attaquables avec l'acide chlorhydrique.

Dans le lias supérieur schisteux, on trouve des schistes noirs bien lités, généralement pyriteux, qui possèdent presque toujours du carbonate de chaux, cet élément peut cependant faire quelquefois défaut.

Cette subdivision en Lias inférieur et supérieur est très nette au Col-du-Bonhomme, au Catogne et au Mont-Chemin, mais elle est beaucoup plus difficile à établir dans d'autres régions du Val Ferret.

Au Catogne et au Mont-Chemin, M. H. Schardt[1], y subdivise le Lias, en Lias inférieur, moyen et supérieur; comme Lias inférieur, cet auteur décrit des schistes noirs, qui nous paraissent être l'équivalent de ceux du Val Ferret et du Col-du-Bonhomme.

Nous avons étudié en coupes minces quelques échantillons de ces schistes noirs du Lias inférieur, et au microscope ils présentent une très grande analogie avec ceux du Lias inférieur du Col-du-Bonhomme, dont M. E. Ritter a mis très obligeamment les coupes à notre disposition.

Schistes du Lias inférieur.

Ces schistes se débitent en plaquettes et ressemblent assez, au premier aspect, à des formations analogues du

[1] H. Schardt. Observations géologiques au Mont-Catogne et au Mont-Chemin. *Eclogæ geologicæ Helveticæ*. Bd. IX.

carbonifère de l'extrémité S.-O. du massif du Mont-Blanc. Ils sont noirâtres, miroitants et gras au toucher.

Au microscope, on voit qu'ils sont formés en grande partie par un ciment argileux et séricitique, entremêlé de petits grains de quartz, auxquels s'ajoutent des grains microscopiques de sphène et d'ilménite, puis aussi des matières charbonneuses.

N° 14. V. *La Maya.*

Schiste noir reposant sur le poudingue.

SLM. La masse principale de la roche est formée par une pâte de très fines aiguilles de séricite et de mica, mélangées à des matières amorphes, charbonneuses et opaques, puis à de très fines aiguilles de rutile et de magnétite. Partout on trouve disséminés de tout petits galets de quartz, et des lamelles de mica noir et d'oligiste.

N° 500. *Châtelet, à l'extrémité de la Combe d'Orny.*

SLM. Roche paraissant surchargée de matières opaques et pulvérulentes, sans doute charbonneuses. On y trouve çà et là des fibrilles serpentineuses (allongement positif), puis du mica blanc, et quelques grains de quartz et d'oligiste.

N° 1. V. *Châtelet, à l'extrémité du Vallon de Saleinaz.*

SLM. Roche très schisteuse formée par une multitude de petits grains de quartz, de débris de mica blanc et un peu de calcite.

Matières charbonneuses et ocreuses.

Lias supérieur.

Ces schistes sont généralement très fissiles et noirâtres. La majeure partie de la roche est formée par de la calcite en grains, entremêlés avec des grains de quartz et et de feldspath et quelquefois des lamelles de mica. En outre, on trouve des matières opaques et des aiguilles de rutile.

Il existe en outre encore certains types où le calcaire fait défaut.

N° 295. *Au Nord du Mont-Chétif.*

SLM. La roche est formée d'une véritable boue calcaire à éléments très fins, dans laquelle on trouve quelques nids de quartz et de feldspath. La poussière opaque est peu abondante.

N° 297. *Au Nord du Mont-Chétif.*

SLM. Type à grain plus grossier, renfermant quelques débris de quartz et de Tourmaline, puis quelques cristaux de pyrite entourés d'une auréole de limonite. L'élément principal est encore ici la calcite en grains. Poussière noire abondante, avec belles aiguilles de rutile.

§ 5. *Le Dogger.*

Le Dogger est très peu représenté dans le Val Ferret. M. Schardt[1] signale au Catogne et au Mont-Chemin, des couches appartenant à cet étage et même au Malm, c'est sur ce malm que vient alors dans cette région se placer la zone des schistes lustrés.

Le Jurassique a déjà été signalé antérieurement par Favre, qui l'a trouvé à la Maya et à l'Amône, où il en existe des couches fossilifères. Parmi les fossiles recueillis par Favre, Desor a reconnu : *Cidaris propinqua*, des tiges et des anneaux de *pentacrinnées*, qui lui font rapporter ces couches à l'Argovien.

Plus tard, une étude plus complète du gisement fossilifère de l'Amône a été faite par Greppin, qui rapporte alors ces terrains au Bajocien.

[1] H. Schardt. Loc. cit.

Nous-mêmes nous partageons plutôt cette manière de voir, car le faciès du Dogger de l'Amône ressemble beaucoup à celui du Dogger de certaines régions alpines. D'autre part, nous avons recueilli à l'Amône quelques fossiles, que M. Rollier, à qui nous les avons montrés n'a pas hésité à attribuer au Dogger même inférieur.

CINQUIÈME PARTIE

§ 1. *Résumé et conclusions.*

Nous résumerons, en quelques mots, les caractères généraux des différentes formations du Val Ferret, telles que nous les avons décrites dans les pages qui précèdent :

I. *La protogine.*

1° La protogine dans les régions que nous avons étudiées se présente sous trois types distincts, que nous avons désignés sous les noms de : type granitique, type pegmatoïde et type schisteux.

Ces différentes variétés ne sont point distribuées d'une façon absolument quelconque dans la chaîne du Mont-Blanc, mais bien selon certaines lois. Le type granitique forme un massif très homogène, constituant la plus grande partie du versant sud du Mont-Blanc ; il se rencontre aussi en certains points du versant nord du massif. Les types pegmatoïdes et schisteux sont disposés en bandes dans l'intérieur du massif, ou bien en flanquent les bords extérieurs.

2° La roche granitique du versant sud répond entièrement par ses caractères macroscopiques, microscopiques et chimiques, à ceux d'un véritable granit, mais d'un granit relativement acide.

Le quartz y est presque toujours en grandes plages, faisant ciment entre les autres éléments, et présente beaucoup plus rarement la forme granulitique, qui est plutôt une exception.

3° Les phénomènes dynamiques subis par ce granit paraissent avoir été très énergiques, ils ont écrasé ou déformé certains éléments, les feldspaths sont tronçonnés, les lamelles hémitropes ployées ; le quartz montre des extinctions onduleuses et parfois des plages complètement broyées.

4° Le type pegmatoïde est accusé par le grand développement des cristaux feldspathiques, généralement de l'orthose, et qui atteignent de grandes dimensions, plusieurs centimètres de longueur. Les cristaux sont orientés sans ordre aucun les uns par rapport aux autres. Le quartz est en plages, mais il se présente aussi sous la forme granulitique ; le mica est plus abondant que dans le type granitoïde.

5° Le type schisteux est une roche dans laquelle les cristaux feldspathiques, toujours de grandes dimensions, sont alignés parallèlement entre eux et se développent, accompagnés de beaucoup de quartz granulitique, entre des feuillets micacés. Les types schisteux et pegmatoïde renferment en outre, de nombreuses enclaves fragmentaires de roches cristallines et ont aussi subi des actions dynamiques très intenses.

6° D'après les différents profils qui ont été décrits plus haut, on a pu voir que ces trois types passent soit latéralement soit verticalement les uns aux autres, le passage, du type granitoïde au type schisteux, se fait par la protogine pegmatoïde. D'autre part, on peut aussi constater le passage graduel des variétés schisteuses, aux schistes cristallins.

7° Quant à la composition chimique, elle est assez constante pour le granit du versant sud-est du massif, mais elle subit aussi des modifications en même temps que la protogine granitoïde passe à la protogine pegmatoïde ou schisteuse. D'après les considérations précédentes, la protogine pegmatoïde et la protogine gneissique, nous paraissent être le résultat d'une modification plus ou moins profonde qu'a subie le magma granitique, par la résorption des schistes de la couverture cristalline, ou par l'apport plus ou moins considérable de la roche éruptive dans les schistes cristallins. Cette modification est accompagnée d'un changement dans la structure de la roche et aussi d'une variation dans sa composition chimique.

La roche éruptive du massif du Mont-Blanc serait donc un véritable granit, qui est représenté dans le versant sud de la Chaîne, et la protogine pegmatoïde et schisteuse, et les autres variétés ne seraient que des roches résultant de l'action métamorphique exercée par le granit sur la couverture cristalline.

II. *Les porphyres quartzifères.*

1° Sur tout le flanc S.-E. du massif du Mont-Blanc, du Catogne et au delà, jusqu'au Col des Grépillons, les schistes cristallins plus ou moins injectés qui, sur le versant nord flanquent la protogine, sont remplacés par un complexe de porphyres acides, de schistes cristallins, d'amphibolites et de granulites, formant une bande continue, qui atteint sa largeur maxima au Catogne et au Châtelet.

La continuation de cette bande au delà du Col des Grépillons ne doit point être recherchée contre les flancs du massif du Mont-Blanc ; elle se retrouve à la Montagne

de la Saxe et au Mont-Chétif, avec des caractères analogues et disposée semblablement vis-à-vis du granit d'une part et des couches sédimentaires de l'autre.

Au delà du Mont-Chétif, cette zone disparaît sous les terrains sédimentaires. Le Mont-Chétif et la Montagne de la Saxe appartiennent donc à la zone du Mont-Blanc et la zone du Briançonnais passe à l'est de ces montagnes.

2° Les porphyres ont un contact généralement franc, avec la protogine, qui se fait soit par des roches schisteuses, soit par des variétés laminées.

Il est difficile de savoir si, près du contact, les porphyres traversent en filons la protogine, nos observations sont peu d'accord avec cette manière de voir, les coupes des Grépillons, de la Maya et autres, ainsi qu'un examen de la forme topographique des affleurements du porphyre, semblent plutôt montrer que ceux-ci recouvrent la protogine.

3° Comme au Catogne, sur toute l'étendue de la zone les porphyres alternent avec des roches cristallines, micaschistes, amphibolites feldspathiques, schistes séricitiques, granulites, etc. Dans le Val Ferret, les porphyres paraissent prédominer de beaucoup.

4° Envisagés au point de vue pétrographique, les porphyres du Val Ferret sont des microgranulites, toujours à deux temps de consolidation et dont la composition minéralogique est analogue à celle des mêmes roches de la première zone alpine.

Les différences qu'on observe dans les diverses variétés portent, exclusivement, sur les rapports respectifs des deux consolidations, ainsi que sur la nature de la pâte.

Les porphyres du Val Ferret sont tous entièrement cristallins, sans traces de matières vitreuses ou felsitiques.

La seconde consolidation, microgranulitique en principe, peut affecter cependant toutes les structures comprises entre le type microgranulitique et globulaire absolu. Les formes dites à étoilement, voire même les formes micropegmatoïdes, ne sont point rares et dans certains cas, il y a tendance à la formation de sphérolithes incomplets.

5° Les quartzporphyres réalisent un type essentiellement acide, dans lequel le quartz abonde dans la seconde consolidation. La pauvreté en chaux montre l'acidité des plagioclases et la composition du magma, d'où sont issus les dits porphyres, est en somme voisine, sinon identique, de celle du magma qui a donné naissance aux granulites filoniennes, ainsi qu'à la protogine finement grenue du versant sud.

6° Tous les porphyres sans exception accusent à des degrés divers des phénomènes dynamométamorphiques, ceux-ci ont écrasé ou déformé plus ou moins la première et la seconde consolidation. Cet écrasement a facilité la production de la séricite et laminé par moments si fortement ces roches, qu'il devient impossible parfois de les distinguer des schistes séricitiques francs.

7° Sur toute son étendue, à l'exception de quelques points dénudés par l'érosion, cette bande porphyrique entre en contact avec les couches sédimentaires du Val Ferret. Partout ce contact est mécanique, les couches plaquées contre la microgranulite plongent toujours vers le sud, sur toute l'étendue du versant, ce plongement est conforme à celui que l'on peut observer, dans les premières chaînes situées à l'est du massif du Mont-Blanc; cette disposition se retrouve à la Montagne de la Saxe et au Mont-Chétif.

Les couches sédimentaires les plus anciennes qui en-

trent en contact avec les porphyres sont triasiques et alors ce sont des quartzites ou des dolomies, c'est le cas au Mont-Chétif et à la Montagne de la Saxe. D'autres fois, comme à la Maya et aux Six-Niers, c'est un conglomérat polygénique, à cailloux de porphyre dominant; il n'est pas possible de savoir si ce conglomérat est général ou sporadique, quant à son âge, nous le croyons infraliasique. Ailleurs, le contact se fait avec des dalles calcaires ou des schistes noirs, liasiques ou jurassiques.

8° Les schistes cristallins qu'on trouve intercalés dans le massif porphyrique, sont de divers types :

1° Des schistes séricitiques, qui paraissent pour la plupart être le résultat de l'altération et d'actions dynamométamorphiques, subies par les quartzporphyres.

2° Des schistes micacés ou quelquefois chloriteux.

3° Des amphibolites, franches ou feldspathiques.

Les schistes micacés dominent parmi les autres formations cristallines, ce sont des micaschistes à mica noir et qui offrent fréquemment des variétés identiques à celles de l'arête du Brouillard. Toutes ces formations cristallines sont presque toujours modifiées d'une façon assez énergique par l'injection de la granulite.

9° Les granulites qui accompagnent les filons de porphyres sont semblables aux granulites filoniennes qui percent la protogine du versant sud ; ce sont des roches blanches, finement grenues, à texture saccharoïde. On les trouve rarement franches, elles se sont presque toujours modifiées par leur injection dans les schistes.

III. *Les terrains sédimentaires.*

Les formations sédimentaires du Val Ferret se rattachent au Trias, à l'Infralias, au Lias, au Dogger et au Quaternaire.

Le Trias est représenté par des quartzites, des dolomies et des cargneules. L'Infralias, nous est donné par les poudingues que l'on trouve à l'Amône, à la Maya et à la Montagne de la Saxe et qui nous paraissent être la continuation directe des grès singuliers, nettement infraliasiques du Col-du-Bonhomme.

Les formations liasiques de la zone du Mont-Blanc appartiennent soit au Lias inférieur, soit au Lias supérieur, mais la limite de séparation de ces deux niveaux est souvent difficile à établir, vu le passage graduel de l'une de ces formations dans l'autre.

La même observation est à faire vis-à-vis des schistes lustrés de la zone du Briançonnais.

Le Dogger se trouve aussi en quelques points du Val Ferret, il est peu développé et il est représenté par des calcaires spathiques à échinodermes, qui le font rattacher au Bajocien. Quant au Quaternaire, il est formé d'éboulis d'alluvions ou de dépôts morainiques dont les éléments proviennent tous du massif du Mont-Blanc ou des montagnes avoisinantes.

Comme on le voit, jusqu'à la fin de l'Infralias, les dépôts sont en majeure partie des dépôts côtiers, qui ont emprunté beaucoup de leurs éléments aux formations qui constituent le massif du Mont-Blanc actuel. Il en résulterait qu'à l'époque de l'Infralias, le relief du Mont-Blanc était déjà suffisamment accusé, pour permettre la formation de dépôts côtiers.

LES

PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE

EN SUISSE

PENDANT L'ANNÉE 1897

PAR

H. SCHARDT.

(*Suite et fin*[1]).

III

GÉOLOGIE DYNAMIQUE

ACTIONS ET AGENTS EXTERNES.

Après les études de M. Tarnuzzer sur les collines ou Tomas de la vallée du Rhin (voir année 1896) nous avons à noter les observations de M. PIPEROFF[2] qui a soumis vingt-quatre de ces collines à un examen aussi détaillé que possible. Il conclut à la nature in-loco pour un petit nombre. La plupart sont considérés comme provenant d'un grand éboulement.

Pour arriver à un travail d'ensemble sur les mouvements de terrain en Suisse, la COMMISSION GEOLOGIQUE

[1] Voir *Archives*, t. VI, septembre 1898, p. 276.
[2] *Mat. Carte géol. Suisse*. N. S. VII. p. 45.

SUISSE[1] a fait un appel à tous ceux qui ont l'occasion d'en constater. Un programme avec instructions à suivre, a été adressé aux Sociétés scientifiques, autorités, géologues, ingénieurs, topographes, etc.

Ovailles. Bien que le phénomène des éruptions de tourbières ne se produise guère en Suisse, nous mentionnons une étude de M. FRÜH[2] basé sur des constatations faites en Irlande. C'est dans les tourbières élevées, situées sur des cols (Hochmoore) que le phénomène en question a lieu. Ces tourbières s'accroissent dans le milieu plus rapidement qu'au bord. La surface se bombe peu à peu et la masse de tourbe nouvelle exerce une pression sur les couches plus profondes de vieille tourbe, noire et pâteuse. Soit par des tremblements de terre, par des pluies persistantes, soit surtout par des exploitations, avançant depuis le bord, la masse de tourbe soumise à cette surcharge trouve un écoulement latéral et se meut lentement ; le sommet de la tourbière, autrefois proéminant, s'enfonce et se transforme en une cavité, profonde souvent de dix à douze mètres.

Il n'y a là aucune connexion avec les volcans boueux : cette apparition rentre dans la catégorie des ovailles ou glissements de terrain semi-fluides.

Charriage. M. Stanislas Meunier[3] a fait des expériences sur le charriage des masses caillouteuses ou boueuses sous l'action de l'eau, en imitant des phénomènes qu'il a eu l'occasion d'observer dans la nature. Il arrive à la conclusion que par le déplacement d'amas de galets dans un étroit couloir, ceux-ci se strient superficiellement

[1] *Eclogae. geol. Helv.* V, 262.
[2] *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich.* XLII. 202-237.
[3] *C. R. Congr. géol. int. Zürich.* 216-237.

comme les *galets striés* dit glaciaires. M. Meunier d'en conclure que ce que l'on a appelé moraine de fond à galets striés, n'est souvent autre chose que le résultat de coulées successives dans lesquelles l'action glaciaire est bien secondaire. Il cite des exemples observés dans les Préalpes, aux environs de Montreux. Il nous semble cependant bien difficile de séparer du phénomène glaciaire ces dépôts que tous les glacialistes sont unanimes à appeler moraine de fond. L'objet est intéressant et vaut la peine d'être discuté, mais il mérite encore bien plus l'étude suivie sur le terrain.

D'autres expériences faites par M. Meunier ont eu pour but de montrer que des coulées de boue peuvent entraîner des blocs *anguleux*, assez volumineux, sans les user, d'où résulterait pour lui qu'une argile contenant des fragments anguleux n'est pas nécessairement un dépôt glaciaire.

Vallées. M. Lugeon[1] a soulevé un problème qui n'est pas des plus simples, en voulant attribuer les vallées transversales des Alpes à des plis coupant les plis longitudinaux des chaînes dans une direction normale à leur alignement. Ayant observé ce fait à propos de la vallée du Rhône, il en déduit une loi qui s'appliquerait à toutes les vallées des Alpes occidentales qu'il a visitées et probablement encore à d'autres. Cependant, il reconnaît que le grand pli entre les dents du Midi et les dents de Morcles ne paraît pas concorder avec cette règle.

Après que les vallées transversales du Jura ont été attribuées successivement à des ruptures ou des cas-

[1] *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* XXXIII, 57-62. — *C. R. Acad. Sc.* 5 mars 1897.

sures, puis de nouveau à l'érosion seule ou concurremment avec le plissement (Rollier), M. JENNY[1] qui a soumis la vallée de la Birse à une étude détaillée, conclut que l'érosion doit être le seul agent qui a créé cette dépression qui traverse huit anticlinaux, plus ou moins transversalement. Il rejette l'hypothèse de l'action simultanée de l'érosion et du plissement et admet comme action directrice de l'érosion, des *accidents tectoniques* ; abaissement local de l'axe des plis, ruptures anticlinales, etc., dont l'eau a pu profiter dans l'approfondissement du sillon.

Sources. A propos des mofettes de Schuls, M. MOESCH[2] a eu l'occasion de constater que l'une d'elles n'est autre chose qu'un échappement d'acide carbonique, provenant d'une source d'eau minérale gazeuse.

M. HEIM[3] a fait d'intéressantes constatations au sujet du débit d'eau dans des puits et indique un procédé de déterminer, sans long tatonnement, le débit exact de l'eau et les moyens de conserver ce débit constant.

M. PIPEROFF[4] donne une analyse des eaux thermales de Pfäffers, qui jaillissent de fissures dans les schistes du Flysch à 36°,85 C.

Cours d'eau. D'après M. STANISLAS MEUNIER[5] le phénomène de capture, constaté pour les cours d'eau, est aussi applicable aux glaciers. De la supposition qu'un glacier peut, par érosion régressive, capturer un autre glacier, dont l'appoint de glace occasionnera un avancement considérable du glacier, l'auteur déduit que la

[1] *Jahresbericht der Realschule Basel*, 1896.
[2] *C. R. Soc. hel. Sc. nat. Engelberg* 1897. *Eclogae* V. 253.
[3] *Vierteljahrschr. nat. Ges. Zürich* XLII. 112-128.
[4] *Mat. Carte géol. Suisse N. S.* VII. 56.
[5] *C. R. Acad. sc. Paris.* 10 v. 1877.

formation des gisements de charbons feuilletés recouvertes de moraine, s'explique facilement ainsi.

Après avoir constaté sur le prolongement du cours de l'Isère et de l'Arve, les traces d'anciennes vallées abandonnées, M. LUGEON[1] conclut que ces cours d'eau se déversaient autrefois dans le Rhône en coulant vers le nord. Appliquant ce principe au Rhône suisse, il admet que cette rivière, de même que la Dranse du Chablais, a coulé jadis vers le nord, elle suivait le cours de la Broye qu'elle atteignait par la dépression d'Attalens tandis que la Dranse passait par la vallée de la Venoge. L'auteur ne donne cependant aucun argument géologique pour appuyer cette conclusion, basée exclusivement sur la *topographie*.

Lacs. M. SCHARDT[2] attribue à l'affaissement préalpin, délimité par les vallées de l'Arve et du lac de Thoune, d'être la cause de la formation des lacs du pied du Jura. En s'étendant jusque dans cette chaîne de montagnes, cet affaissement a transformé en lacs une partie des vallées de l'Orbe — Thièle, de la Menthue et de la Broye; il a également créé le petit lac Léman entre Yvoire et Genève, en occasionnant en même temps la grande profondeur du grand bassin du Léman. (Voir *Archives* V. Janv. 1898).

M. SWERINZEW[3] a fait une étude sur les lacs de montagne, ces charmants lacs alpins existant, soit à l'origine des hautes vallées alpines, soit sur le parcours des torrents et rivières, dans des cuvettes à seuil rocheux. Com-

[1] *Bull. soc. vaud. Sc. nat.* XXXIII, p. 71. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 11 janvier 1897.

[2] *Archives des sciences* V et *Eclogæ geol. Helv.* V. 257-261.

[3] *Dissertation présentée à l'Université de Zürich*, 1897.

parant cette disposition à ce que l'on observe sur un sillon creusé par un filon d'eau de pluie, avec ses petites cascadelles et les petits bassins qui se suivent en chapelets, l'auteur y voit la même cause, soit l'érosion purement aquatique. Il exclut toute intervention appréciable de l'érosion glaciaire et affirme que 90 °/₀ au moins des lacs alpins doivent leur existence à cette influence, sans compter les innombrables lacs déjà comblés et transformés en plaines marécageuses. Même des lacs qui s'écoulent aujourd'hui souterrainement par des entonnoirs auraient eu cette même origine.

Il nous paraît que l'auteur généralise sans motifs plausibles un phénomène qui est possible en miniature, mais qui ne se produira pas identiquement, ou pas du tout, en grand. S'il en était ainsi, on devrait aujourd'hui encore voir, *en voie de formation*, des lacs du type imaginé par l'auteur. Or, cela n'est pas le cas. Tous ces lacs sont en voie d'être comblés, ou le sont déjà. Cela indique pour leur formation une cause qui n'agit plus... c'est l'érosion glaciaire qui seule a pu excaver à 30 mètres et plus de profondeur en contrebas de l'horizontale !

L'opinion de M. Swerinzew a d'ailleurs été vivement combattue par M. BALTZER[1].

Glaciers. MM. FOREL et DUPASQUIER[2] ont publié plusieurs rapports et comptes rendus sur le phénomène glaciaire ses causes et ses périodicités. Actuellement les glaciers tendent généralement à se retirer, aucune grande crue n'est signalée. M. FOREL[3] recommande les petits glaciers à la sollicitude des observateurs et des photographes.

[1] *Eclogae. geol. helv.* V. p. 215.
[2] *Archives des sciences* IV. 218-245. *Ann. S.A.C.* XXXII. 287.
[3] *C. R. Soc. vaud. Sc. nat. Archives* III, 582.

Tremblements de terre. Nous devons à M. Früh [1] deux rapports sur les tremblements de terre en 1895 et 1896 dont nous extrayons les faits les plus saillants : L'année 1895 a été marquée par 17 sismes distincts, dont un sisme appeninico-alpin (7 août, 8 h. 5 m. pm.), un tremblement valaisan (août 21), deux sismes séduniens (Sion, oct. 17 et nov 1), et plusieurs sismes à La Vaux (rive N. du Léman). En 1896, il y a en 19 sismes, dont il faut relever le grand sisme Haut-Rhénan, du 22 janvier 0 h. 45-50 m. am. Un triple sisme bas-valaisan. Un sisme sédunien et plusieurs sismes à La Vaux. La fréquence des mouvements sismiques sur la rive nord du Léman, à La Vaux (plus rarement La Côte) mérite d'être notée. Le plateau suisse offre en général peu d'ébranlements. Plusieurs fois agitées en 1895, les Alpes centrales et orientales ont été calmes en 1896.

IV

STRATIGRAPHIE

TERRAINS D'AGE PROBLÉMATIQUE

Schistes lustrés. L'âge des schistes grisons continue à occuper la sagacité de M. Steinmann [2]. Après avoir défini quels sont les sédiments tertiaires appartenant au Flysch, qu'il est nécessaire de séparer du groupe mésozoïques des schistes grisons (voir cette revue pour 1896),

[1] *Annal. des Schw. Meteorolog. Centralanstalt.* 1895 *et* 1896.
[2] *Bericht. naturf. Gesellsch. Freiburg i. B.* X. 1897.

l'auteur nous conduit dans ce qui doit réellement être classé dans le groupe des terrains mésozoïques (Lias d'après MM. Heim et Schmidt). Il y a de tout, depuis le Trias austro-alpin typique, jusqu'au crétacique, toujours avec des facies qui se retrouvent dans les Alpes orientales. Ce n'est donc pas un complexe uniforme, mais bien un mélange des terrains qu'il faudra séparer. M. Steinmann arrive sans peine à en sortir le Trias; puis, il distingue les schistes bariolés de rouge, dites d'Allgän et qui sont liasiques, d'autres schistes également rouges et riches en foraminifères, qu'il associe au tithonique-(schistes à *Aptychus*, couches rouges). Quant à la brèche du Falknis, que M. Tarnuzzer avait classée dans le crétacique, M. Steinmann la croit jurassique et conteste d'ailleurs la présence du crétacique dans cette région. Il la compare à la brèche liasique du Télégraphe (Briançonnais) et à la brèche de la Hornfluh. Les schistes verts qui accompagnent les schistes grisons, sont considérés avec M. Schmidt comme roches éruptives modifiées, (porphyrite, diabases), il y a d'ailleurs d'autres roches éruptives, moins modifiées, telles des variolites gabbros, porphyrites, etc., ainsi que des gneiss et granites. Quant aux roches basiques, M. Steinmann ne les considère pas comme d'âge jurassique, soit contemporaines à la formation des schistes, mais il croit que leur intrusion a été simultanée à la dislocation. Le même phénomène se répète dans la Basse-Engadine au sud de la zone cristalline du Julier-Albula-Silvretta. Là on constate la superposition des mêmes roches mésozoïques (Trias, Jura et Craie) sur du Flysch tertiaire, avec lambeaux de roches éruptives sur la ligne de contact.

ARCHEÏQUE ET PALEOZOÏQUE

Permo-Carbonifère. La seconde partie du grand mémoire de M. Milch[1] sur le Verrucano (voir année 1892 de cette Revue). Après avoir décrit précédemment les roches éruptives apparaissant en coulées ou filons-strates, entre les assises du Verrucano, ou en fragments dans ses conglomérats, toutes plus ou moins modifiées, l'auteur étudie la composition des sédiments eux-mêmes de cette formation dans la région glaronnaise. Cette étude a été faite à l'aide du microscope, en suivant pas à pas les divers degrés de métamorphisme dynamique, que ces roches ont subi. Cette étude a fourni les bases d'une classification de ces roches et d'une *nomenclature* devenue nécessaire.

Il étudie d'abord l'état des fragments à ce point de vue et parvient à distinguer :

I. *a. Fragments allothimorphes.* Débris clastiques, ayant conservé leur forme et leur composition.

b. Fragments authimorphes. Débris ayant conservé leur composition, mais ayant changé de forme.

II. *a. Pseudomorphoses allothimorphes.* Débris ayant changé de composition, en relation avec le substratum, mais ayant conservé leur forme primitive.

b. Pseudomorphoses authimorphes. Débris ayant changé de composition, en relation avec le substratum, mais ayant changé leur forme primitive.

III. *Produits nouveaux eleutheromorphes*, de forme et de composition propres indépendantes du substratum ou

[1] Beiträge zur Kenntnis des Verrucano. *Leipzig.* 1896.

d'une matière préexistante; produits nouveaux authigènes et authimorphes.

Les sédiments du Verrucano sont tous des terrains conglomérés, les uns sont reconnus par l'auteur pour être des tufs, les autres des sédiments détritiques.

Les composants essentiels reconnus sont: porphyres, porphyrites, mélaphyres; ces trois roches sont contemporaines à la formation du Verrucano *(isochrones)*. D'autres plus anciennes et d'âge varié sont appelés *hétérochrones* (granite, etc.).

La base de la classification des conglomérats est ensuite établie d'après la prédominance de l'un ou de l'autre de ces composants, ou d'après le mélange de quelques-uns.

L'auteur n'a pas pu arriver à une subdivision dans le sens vertical, sauf que, à la base de la formation, le grain est plus grossier. Dans le sens horizontal la proportion des roches erruptives diminue de l'W à l'E. Le métamorphisme peut produire la même structure gneissique chez des protogines, des porphyres, des conglomérats à protogine ou porphyres, ou chez des conglomérats hétérogènes. Le métamorphisme augmente à l'approche de la courbure du pli glaronnais.

TERRAINS MESOZOÏQUES.

Triasique.

Dans la région des schistes grisons, le Trias affecte franchement le facies austro alpin-méditerranéen. M. STEINMANN[1] a constaté le Rhétien au Arosa-Rothhorn, avec *Avicula contorta, Cardita austriaca, Gervillia inflata.* Mais la

[1] *Berichte naturf. Gesellsch. Freiburg i/B.* X. 24.

classification des étages inférieurs est difficile et incertaine, par suite de la rareté des fossiles, l'absence du niveau si tranché du Raiblien et les bouleversements. Il a cependant reconnu le Hauptdolomit et le Conchylien.

M. TOBLER[1] a reconnu que le Trias de la zone de contact, entre le massif et les Alpes calcaires, est fourni par un massif de calcaire dolomitique (Rötidolomite, 15-16^m), ayant à sa base un lit de grès arkose de 2 à 15^m, que l'auteur classe dans le Verrucano ; à moins que ce ne soit le niveau du grès bigarré.

Les quartenschiefer ne se rencontrent qu'au Gadenthal au-dessus du Rötidolomite.

Jurassique.

Jurassique alpin. Nous devons à M. TOBLER[2] une étude détaillée et très précieuse du jurassique des Hautes-Alpes calcaires bordant le flanc N. du massif de l'Aar. Il s'est basé essentiellement sur les profils stratigraphiques relevés avec tant de soin par Stutz, et dont la collection se trouve au Musée de Bâle. Il a vérifié ces profils sur le terrain et arrive à nous donner de cette manière les allures stratigraphiques du jurassique de la bordure calcaire du massif cristallin entre la vallée de l'Aar et la Limmath. Neuf profils complets ont été poursuivis, sans compter nombre de stations isolées. Voici les résultats essentiels :

LIAS. Calcaire échinodermique représentant probablement le Lias en entier. Les fossiles constatés appartiennent au *Sinémurien*, au *Charmouthien* et au *Toarcien*. Ce dernier manque localement (Sandalp).

[1] *Verhandl. naturf. Gesellsch. Basel.* XII. 25.-107.
[2] *Ibid.*

Dogger. Forme quatre assises faciles à reconnaître : 1. *Opalinien* ou schistes inférieurs ; 2. *Bajocien*, calcaires à coraux ; 3. *Bathonien*, schistes supérieurs ; 4. *Callovien*, oolite ferrugineuse. Un tableau donne des listes très intéressantes de fossiles, attestant une analogie de faune et de facies qui rapproche ce dogger d'une manière frappante de celui du Jura.

Malm. M. Stutz a subdivisé dans ses profils le malm en 4 niveaux : C. à *Am. cordatus* (oxfordien), C. de Birmensdorf et calcaire en bancs minces (Argovien) Hochgebirgkalk, formant avec le Troskalk le malm supérieur, (Séquanien, et Portlandien). Ici encore, les listes de fossiles énumérés par M. Tobler rappellent singulièrement les facies jurassiens, de même que le caractère stratigraphique des étages.

Une succession analogue a été observée par M. Piperoff[1] au Calanda près Coire.

Dans les Grisons, M. Moesch[2] a constaté un facies échinodermique rouge du Lias, rappelant le facies de Hierlatz et de Rossinière.

Jurassique du Jura. M. L.-A. Girardot[3] a terminé son grand travail sur les étages du Jurassiques inférieur du Jura lédonien depuis le Rhétien à l'Oxfordien. La dernière partie comprend le Bathonien, le Callovien et la base de l'Oxfordien.

L'auteur a relevé d'innombrables coupes stratigraphi-

[1] *Mat. Carte géol. Suisse.* II. 1897, 4-11.

[2] *C. R. Soc. helv. Sc. nat. Engelberg. Archives des sciences.* IV. 473.

[3] Coupes des étages inférieurs du système jurassique dans les environs de Lons-le-Saulnier. *Mém. Soc. d'Emul. du Jura.* 1890-1896. 867 p. et 6 tableaux stratigraphiques.

ques dont il donne les caractères lithologiques, avec nombreux détails et énumère les fossiles, couche par couche. Des tableaux synthétiques et synoptiques permettent une comparaison facile des coupes et facies. Il existe peu d'ouvrages ayant épuisé le sujet d'une manière aussi complète.

Le fait remarquable qui ressort de cette étude est que le Dogger se présente presque exclusivement avec le facies échinodermique et que les niveaux ammonitifères font presque entièrement défaut. Le facies marneux du callovien en est seul pourvu, mais dans le callovien inférieur, le facies oolithique et échinodermique envahit aussi ce sous-étage du côté de l'est, où apparaît la Dalle nacrée.

M. SCHALCH[1] a publié la première partie d'un mémoire stratigraphique qui sera pour la région du Randen, ce que le mémoire dont nous venons de parler est pour le Jura lédonien. Il ne s'agit cependant que du *Dogger* à partir des marnes à *Am. Opalinus*. M. Schalch décrit dans cette première partie le Dogger inférieur jusqu'au niveau à *Am. Humphrisi*; soit les assises suivantes: 1. C. couches à *Am. opalinus*. 2. C. à *Am. Murchisonæ*. 3. C. à *Am. Sowerbyi*. 4. Zone des calcaires bleus. 5. C. à *Am. Humphriesi*. Des listes complètes et bien vérifiées de fossiles sont données de chaque niveau et souvent même de chaque gisement.

Facies du Malm. La discusion sur le synchronisme des facies et étages du Malm du Jura et son application à l'orographie continue toujours. M. ROLLIER[2] vient de

[1] Der braune Jura des Donau-Rheinzuges. *Mitteil. Grossh. bad. Landes Anstalt*. III. 1897. 527-618.

[2] *Archives des sciences*. 1897. III. 263-280, 2 pl.; *ibid.* IV. 546-557 et *C. R. congr. géol. int. Zürich*, p. 332-342.

publier encore toute une série d'articles. D'accord sur le principe du synchronisme entre le Rauracien et l'Argovien, synchronisme qui ressort d'ailleurs de la comparaison entre la succession des niveaux ammonitifères de la Souabe d'après Quenstedt et ceux du Jura occidental, il n'est pas encore possible de déclarer le débat clos ; mais nous constatons toutefois que la démonstration donnée par M. Rollier du principe déjà annoncé par Choffat, peut être acceptée et sera acceptée par la suite par tous. Si l'accord n'est pas parfait, cela tient peut-être moins à la science et aux preuves matérielles, qu'à des susceptibilités personnelles qui ne tarderont pas à disparaître. Des contestations comme celles qui ont donné lieu au débat entre MM. Rollier et Choffat ont plutôt leur origine dans la tendance qu'ont souvent les « jeunes » de relever avec trop d'insistance les erreurs de leurs précurseurs, sans songer que nous sommes tout aussi sujets à nous tromper que ceux qui nous ont précédés, et que ce sont eux qui ont préparé le terrain sur lequel nous construisons et récoltons.

Paléontologie des terrains Jurassiques.

Il y a à signaler la suite du mémoire de M. PARONA[1] sur les Ammonites liasiques de la Lombardie, comprenant les espèces du Lias moyen ; l'auteur décrit 13 espèces.

Dans son étude paléontologique sur le terrain oxfordien supérieur et moyen du Jura bernois, dont la fin

[1] *Mém. Soc. Pal. Suisse.* XXIV. 19 p., 3. pl.

vient de paraître, M. de LORIOL[1] nous décrit cette riche faune composée de 18 céphalopodes, 14 gastéropodes, 55 péléopodes, 6 brachiopodes, 10 échinodermes et coraux. M. Koby doit nous donner encore une notice stratigraphique sur ce terrain. En attendant M. de Loriol signale le rapport étroit qui existe entre les fossiles des assises décrites et ceux de la zone à *Pholadomya exaltata*, puis le rapprochement de la faune du calcaire oxfordien silicieux de la Croix, avec celle du terrain à chailles de Ferrette.

Une étude sur les spongiaires du Malm des environs de Baden, par M. OPPLIGER[2] nous fait connaître plus de 70 espèces, dont 6 nouvelles. Ce travail difficile, en raison de la mauvaise conservation des fossiles, traite des spongiaires des niveaux supérieurs du Malm. (C. à *Hemic crenularis*, C. de Baden, et le C. de Wettingen). Les espèces des couches de Birmensdorf (Spongitien) n'y sont pas comprises; ce terrain n'offrant pas de bons affleurements près de Baden.

Les espèces se répartissent sur trois familles comme suit :

	C.-A. Crénularis.	C. de Baden.	C. de Wettingen.
Hexactinellides.	16 esp.	11 esp.	24 esp.
Lithistides.	22 »	6 »	20 »
Pharétrones.	4 »	6 »	3 »

Les deux dernières assises (Kimmondgien inf. et sup.) ont 21 espèces communes. Six espèces seulement passent des c. a. *H. crenularis* dans les c. de Baden et en même temps dans les c. de Wettingen.

Crétacique.

Néocomien. — Dans une notice de MM. SCHARDT et

[1] *Mém. Soc. Pal. Suisse.* XXIV. 78-158. 6 pl.
[2] *Mém. Soc. Pal. Suisse.* XXIV. 58 p. 11 pl.

BAUMBERGER[1], le Valangien inférieur est décrit, avec beaucoup de soins, d'après les études spéciales de M. Baumberger, pour bien prouver l'impossibilité d'attribuer au Valangien les intercalations hauteriviennes qui se rencontrent dans le Valangien inférieur sur les bords du Lac de Bienne. Il faut distinguer dans le Valangien inférieur de cette région quatre zones ou niveaux :

4. Massif calcaire supérieur (marbre bâtard sup.) avec peu d'intercalations marmo-calcaires.	25-28 m.
3. Marne moyenne. Marne jaune, fossilifère.	1-4 m.
2. Massif calcaire inférieur (marbre bâtard inférieur)	4-8 m.
1. Marnes inférieures, blanches ou grisâtres reposant sur le Purbeckien, dont elle est séparée par quelques lits calcaires	3-4 m.

La zone marneuse intérieure a fourni dans ce gisement une faune de 30 espèces. La marne moyenne, beaucoup plus riche, a fourni plus de 40 espèces (Gottstatterhaus près Daucher).

M. TOBLER[2] a constaté que la faune du Gault du Piz Dartgas, dans le voisinage du Kistenpass et dont les fossiles sont conservés dans la collection Stutz, est exclusivement vraconnienne.

Les schistes et calcaires à *Aptychus*, schistes rouges à silex avec radiolaires des klippes grisonnes que M. STEINMANN[3] classe dans le Tithonique sont bien le correspondant des « couches rouges » des Préalpes où ce terrain est certainement crétacique. M. Steinmann a constaté en

[1] *Eclogae Geol. helv.* V. 159-201.
[2] *Verh. naturf. Gesellsch. Basel.* XII. 75-103.
[3] *Berichte. Naturf. Gesellsch. Freiburg i. B.* X. 241.

outre une brèche formée de débris de dolomie triasique et de fragments de silex. Cette brèche paraît appartenir au cénomanien. Mais elle n'est pas associée aux « couches rouges. »

Paléontologie des terrains crétaciques.

Outre les études de M. SARASIN [1], sur plusieurs genres d'Ammonites crétaciques nous avons à citer l'achèvement du mémoire de M. KOBY [2] sur les polypiers crétaciques. Sur 90 espèces décrites, il y en a 63 nouvelles pour la science. Elles se répartissent comme suit :

Valangien 14, Hauterivien 16, Urgonien 50, Aptien 7 Albien et Vraconnien 5. Toutes les espèces, sauf une (*Pleurosmilia néocomiensis*) qui est commune au Valangien et au Hauterivien, sont propres à leurs étages respectifs. Cette circonstance est peut-être aussi motivée par le fait, qu'un petit nombre d'échantillons, provenant d'un petit nombre de gisements, ont été à la disposition de l'auteur.

TERRAINS CÉNOZOÏQUES.

Eogène.

Sidérolitique. M. TOBLER [3] a signalé la présence de fossiles jurassiques (séquanien) dans les marnes sidérolitiques du Jura bâlois et soleurois, attestant le remaniement des terrains jurassiques par les eaux sidéroli-

[1] *Archives des sciences*. IV. 1897. 179. *Bull. Soc. Géol. France*, XXV. 700-799.

[2] *Mém. Soc pal. Suisse*. XXIV. 68 p. 6 pl.

[3] *Versamml. des oberrhein. geol. Vereins, Mühlhausen*, 22. IV. 97

tiques. Les grès sidérolitiques ressemblent par places à tel point au grès bigarré, qu'il est porté à considérer ce dernier terrain comme ayant fourni les matières sableuses et même argileuses de cette formation crénégène. Cela nous ramènerait sensiblement à la théorie de Gressly.

NEOGÈNE.

Miocène. M. ROLLIER [1] a décrit les assises de la mollasse œningienne de Tramelan, où il a trouvé un poudingue-brèche, formé de calcaire jurassique (Kimmeridgien) et qui passe latéralement au calcaire d'eau douce. L'auteur pense que c'est une formation de delta. Les formations œningiennes du Jura (Tramelan, Locle, etc.) ont formé une seule nappe avant le plissement de la chaîne.

Glaciaire et interglaciaire. Un éboulement probablement interglaciaire a été constaté et signalé par M. SCHARDT [2] aux environs de Vugelles (Jura vaudois). La nappe d'éboulement, couverte de moraine de fond, repose elle-même sur le miocène ou le glaciaire.

Du Loess, d'âge incertain (l'interglaciaire ou postglaciaire?) a été signalé par M. PIPEROFF [3] dans la vallée du Rhin en amont de Coire.

Plistocène. A citer les observations de MM. SARASIN et GOSSE [4] sur plusieurs coupes des alluvions post-glaciaires ou terrasses lacustres des environs de Genève et dont les *Archives* ont rendu compte.

[1] *N. Jahrb. f. Min. Geol*, etc. 1897. p. 212-216.
[2] *C.-R. Soc. vaud. Sc. nat.* 4. W. 1896. *Archives des sciences*, III. 175.
[3] *Mat. Carte géol. Suisse.* N. S. VII. 55.
[4] *Archives des sciences*, III, p. 504, IV, p. 74.

Faune plistocène, préhistorique. M. E. KISSLING [1] a décrit les gisements où ont été trouvés des restes de *marmottes*, dans leurs tanières mêmes, creusées dans le gravier glaciaire au Bantiger près de Stettlen et au Steinibach près Belp. Il s'agit de restes provenant en tout de 8 individus; trouvailles précieuses et intéressantes.

Le grand mémoire de M. NUESCH [2] sur la station préhistorique de Schweizersbild a été publié, avec un subside de la Confédération, par la Société Helvétique des Sciences naturelles et avec le concours de dix collaborateurs. Cette publication donne une idée complète des établissements préhistoriques que ce rocher a abrités successivement à quatre reprises pendant l'époque paléolitique et néolitique. Les restes d'animaux attestent aussi des variations notables dans le climat de cette région, ce qui avait même fait croire à M. Steinmann que ces variations correspondaient aux oscillations ayant produit les diverses glaciations. Un renseignement remarquable est fourni par la découverte dans la couche la plus élevée de 27 squelettes humains dont 5 d'une race naine. Les couches inférieures ne renferment que des restes d'habitation et pas de sépultures. Le Musée national suisse à Zurich renferme le premier choix des restes recueillis avec tant de soin par M. Nuesch. M. Ch. SARASIN [3] a donné dans les *Archives*, un résumé complet des résultats de l'étude de M. Nuesch, en sorte que nous devons nous borner à cette simple mention.

[1] *Mitteil. naturf. Gesellsch.* Bern, 1897, 2-7.
[2] *Neue Denksch. der Schw. naturf. Gesellsch.* 1896, XXXV.
[3] *Archives des sciences,* IV, 45-66.

QUATRE-VINGT-UNIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

BERNE

Du 31 juillet au 3 août 1898.

La 81[e] réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles, s'est tenue à Berne du 31 juillet au 3 août. Le comité local, sous la présidence de M. le prof. Th. Studer, en avait réglé avec beaucoup de soins tous les détails, et les congressistes, au nombre de deux cents environ, qui avaient répondu à son appel, ont pu apprécier la manière distinguée dont le président et ses collaborateurs s'étaient acquittés d'une tâche souvent ingrate. Ils leur en doivent beaucoup de remerciements.

Après avoir, selon l'usage, consacré la première soirée à la séance de la commission préparatoire et à une réunion familière dans la grande salle du Museum où une collation leur fut offerte par la Société bernoise des sciences naturelles, les participants ont pu, le lundi 1[er] août, entendre dans la première assemblée générale, plusieurs communications intéressantes, entremêlées des tractanda administratifs ordinaires. Le discours d'ouverture du président, sur « l'influence de la paléontologie sur les progrès de la science zoologique », en a dignement ouvert la série qui s'est

continuée par un mémoire de M. le prof. Schär, de Strasbourg, sur les travaux de Schœnbein et de ses successeurs sur les ferments d'oxydation. M. le prof. Yung, de Genève, a parlé de la digestion chez les poissons et M. le Dr Standfuss, de Berne, de recherches expérimentales dans le domaine de la zoologie. M. F. Dussaud, de Genève, a présenté le microphonographe, système Berthon-Dussaud-Jaubert, dont il est le principal inventeur, et les assistants ont pu se rendre compte par eux-mêmes de la valeur de cet appareil.

Les séances de sections commencées le 2 août au matin, se sont prolongées pour plusieurs d'entre elles dans l'après-midi. Elles ont permis aux congressistes de visiter et d'admirer les nouveaux instituts que Berne a fait construire ces dernières années, pour loger les divers laboratoires scientifiques. Cette visite était facilitée par le fait qu'un superbe volume contenant les plans et la description de tous ces bâtiments avait été remis à chaque participant du Congrès au nom du Département de l'instruction publique du canton de Berne.

Le dernier jour de la réunion, un train spécial auquel s'étaient joints M. le Président de la Confédération Ruffy et M. le Conseiller fédéral Lachenal transportait les naturalistes à Grindelwald, où ils furent admirablement reçus par la population du village, ayant à sa tête M. le pasteur Strasser. La dernière Assemblée générale se tint dans l'église et on y entendit d'intéressants mémoires de MM. les professeurs Chodat et Brückner. Un banquet à l'Hôtel de l'Ours termina la fête.

Nous ne parlerons pas ici des réjouissances de toutes sortes qui avaient été combinées par le comité et qui

permettaient aux membres du Congrès de se reposer de leurs travaux scientifiques, nous devons cependant faire exception pour une exquise représentation théâtrale, organisée en plein air dans un site charmant au centre d'une forêt et au pied d'une source « Glasbrunnen ». Composé exprès pour cette réunion par le docteur Otto de Greyers et joué par des étudiants et des enfants, ce « Festspiel » intitulé *l'Eau* a laissé un délicieux souvenir à tous ceux qui ont eu le privilège d'y assister.

C'est à Neuchâtel que les naturalistes suisses se réuniront l'année prochaine.

Nous allons maintenant rendre compte des divers travaux présentés dans les séances générales et dans les sections en les classant suivant les branches de la science auxquelles ils se rapportent.

Mathématiques, Astronomie et Physique

Président : M. le prof. Dr J.-H. Graf, de Berne.
Secrétaire : M. le Dr P. Grüner. de Berne.

F. Dussaud. Présentation de son microphonographe. — C. F. Geiser. Systèmes triples orthogonaux. — Ch. Moser. Sur une fonction qui intervient dans la théorie de l'assurance contre la maladie. — L. Crelier. Loi de périodicité du développement des racines carrées en fraction continue. — G. Künzler. Sur les lignes doubles des surfaces développables. — Ch. Dufour. L'éclipse de lune du 8 juillet 1898. — J. Pidoux. Coloration des Alpes et réfraction. — H. Dufour. Déperdition de l'électricité. — P. Dubois. Sur le moyen de mesurer la durée de la période d'état variable d'un courant. — D. Kleiner. Sur les condensateurs et la durée nécessaire à leur charge. — Le même. Induction magnétique dans le fer traversé par un courant. — H. Wild. Modèle perfectionné de son polaristrobomètre. — L. de la Rive. Propagation d'un allongement croissant d'une manière continue dans un fil élastique. — Jeanneret. Problèmes d'électricité. — Ed. Hagenbach-

Bischoff. Bruits causés dans le téléphone par la marche des tramways électriques. — R. Weber. Nouvel hygromètre. — Ris. Les travaux de M. Guillaume sur les aciers au nickel. — Ed. Sarasin. Continuation de ses études sur les seiches du Lac des IV Cantons.

Dans la première assemblée générale, M. le prof. Frantz Dussaud, de Genève, expose et décrit son *microphonographe*. Il rappelle qu'il a communiqué en 1896, à Zurich, à la session de la Société helvétique des Sciences naturelles les résultats obtenus au moyen d'un appareil de son invention auquel il a donné ce nom. Cet appareil se composait, on s'en souvient, d'une combinaison du phonographe, du microphone et du téléphone. Le microphone reposait sur la membrane du phonographe et était ébranlé directement, c'est-à-dire mécaniquement et non par des ondes sonores. Le courant d'une pile passait successivement dans un rhéostat, dans le microphone et dans le récepteur téléphonique. Le *microphonographe* permettait d'obtenir les résultats suivants :

1° Entendre dans le téléphone ce que disait le phonographe avec une augmentation d'intensité considérable grâce à l'ébranlement mécanique du microphone. Cette amplification avait pour but de faire entendre le phonographe à davantage de personnes ou à des sujets dont l'ouïe est affaiblie, afin de les soumettre à des exercices auditifs qui, comme on le sait, développent en eux le sens de l'ouïe. Ces exercices, qui doivent être faits pendant un temps très long, sont fort fatiguants pour la voix de l'instituteur, l'appareil vient l'aider en servant de répétiteur.

2° Faire varier à volonté, grâce au maniement du rhéostat, l'intensité des paroles ou des sons émis par le phonographe depuis ceux à peine perceptibles pour une oreille normale jusqu'à ceux qu'il lui est impossible

de supporter, permettant ainsi d'apprécier le degré d'audition chez les sujets atteints d'une surdité plus ou moins accentuée.

3° Faire entendre le phonographe à des distances considérables grâce à la transmission électrique de ce qu'il dit, transmission dont le rendement est infiniment supérieur à celui par l'air, soit qu'on adjoigne au phonographe un cornet ou des tuyaux de caoutchouc.

Depuis, M. Dussaud a perfectionné son *microphonographe* en colloboration avec MM. Jaubert et Berthon, et c'est le dernier modèle ainsi réalisé permettant d'obtenir les résultats précités avec toute la précision désirable que M. Dussaud a fait fonctionner à la première assemblée générale de la session.

M. le prof. Dr C.-F. Geiser, de Zurich. *Sur la théorie des systèmes triples orthogonaux.*

M. Geiser a examiné l'interprétation géométrique de l'équation différentielle dont dépendent les familles de Lamé. On désigne sous ce nom toutes les familles de surfaces qui font partie d'un système triple de surfaces orthogonales. Si l'on représente les trois familles de surfaces par les équations

$$u(x_1, x_2, x_3) = \varsigma \quad v(x_1, x_2, x_3) = \sigma \quad w(x_1, x_2, x_3) = \tau,$$

dans lesquelles x_1, x_2, x_3 sont les coordonnées cartésiennes d'un point de l'espace, et ς, σ, τ, les paramètres des trois familles, la solution du problème des systèmes triples orthogonaux dépend de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du troisième ordre à laquelle doit satisfaire l'un des paramètres. Cette équation a été étudiée d'une manière approfondie par O. Bonnet, Darboux, Cayley et Schläfli. M. Geiser éta-

blit d'abord la forme donnée par ce dernier en s'inspirant de la méthode suivie par Hesse dans la démonstration du théorème de Dupin. En considérant ensuite les variables x_1, x_2, x_3 comme coordonnées trilinéaires homogènes du plan, il montre que les relations fondamentales d'un système triple orthogonal donnent lieu à une intéressante interprétation géométrique ; leur étude se trouve ramenée à celle d'un système de trois coniques. Bien que la plupart des résultats aient déjà été donnés par Cayley, la méthode adoptée par M. Geiser présente l'avantage d'une plus grande simplicité.

M. le D[r] Ch. Moser, privat-docent à l'Université de Berne, parle d'*une fonction qui intervient dans la théorie de l'assurance contre la maladie.*

Si l'on prend comme abscisse le temps t et comme ordonnée le nombre $Z(t)$ des cas de maladie dont la durée a excédé le temps t, on obtient une courbe dont l'équation est $y = Z(t)$. L'aire de cette courbe, comprise entre les abscisses o et t représente alors la *durée totale de maladie* subie par tous les assurés pendant une période t de leur traitement. Cette quantité est donc égale à : $\int_0^t Z(t)\,dt.$

Si l'on prend, comme une unité de temps, l'année tropique, et comme unité de la durée totale de maladie, l'aire de la courbe qui correspond à une année, cette durée totale pour une période t de traitement sera

$$R(t) = \int_0^t Z(t)\,dt. \Big/ \int_0^1 Z(t)\,dt.$$



C'est de cette fonction $R(t)$, que s'occupe l'auteur et il en montre le rôle important pour divers calculs d'assurance. La fonction $Z(t)$ peut être déterminée approximativement par l'expérience ; mais l'auteur indique aussi une formule empirique qui représente très exactement la courbe $y = Z(t)$ obtenue au moyen des observations faites pendant plusieurs années par la Caisse d'assurance du canton de Berne et portant sur 10.493 adultes du sexe masculin. Cette loi empirique s'obtient en posant :

$$Z(t) = e^{\frac{r}{1+ct}} - 1$$

et en déterminant les deux constantes arbitraires r et c au moyen de deux valeurs particulières attribuées à la variable t. On trouve ainsi $r = 5,2447$ et $c = 6,5147$, et il en résulte le tableau comparatif suivant entre les résultats du calcul et ceux de l'observation :

DURÉE		Z (t)		DIFFÉRENCE
en semaines	en années	Calculé	Observé	
1	0,019165	1000	1000	0
2	0,03833	624	622	+ 2
3	0,0575	423	421	+ 2
4	0,0767	305	306	— 1
8	0,1533	122	126	— 4
13	0,2491	61	62	— 1
17	0,3258	42	43	— 1
21	0,4025	31	31	0
26	0,4983	23	23	0
39	0,7474	14	13	+ 1
—	1,0000	10	9	+ 1

On a réduit à 1000 le nombre des cas de maladie dont la durée est supérieure à une semaine, parce que la fonction $R(t)$ ne change pas lorsqu'on multiplie $Z(t)$ par une constante. La divergence que l'on remarque entre le calcul et l'observation pour les valeurs de t inférieures à une semaine s'explique par le fait que la Caisse d'assurance ne paie pas de prime pour les maladies qui durent moins de trois jours, sauf en cas de mort.

L'auteur applique la même loi empirique à un problème où il s'agit d'une Caisse d'assurance nouvellement ouverte et où l'on est conduit à l'expression :

$$\nu(\alpha) = \frac{1}{\alpha R(\alpha)} \int_0^\alpha R(t)\, dt$$

α représentant une certaine période de transition et il trouve pour $\alpha = 1 : \nu(1) = 0,86$, résultat qui concorde avec la valeur fournie par les observations consignées dans une publication du Département fédéral de l'Industrie[1].

Dr L. Crelier, professeur, St-Imier. — *Loi de périodicité du développement des racines carrées en fraction continue.*

La valeur $\sqrt{a}$ se développe aisément en une fraction continue de quotients incomplets :

$$b,\ b_1,\ b_2,\ b_3,\ \ldots\ldots,\ b_p,\ \ldots\ldots$$

[1] Voir Mémoire sur la charge financière des caisses contre les maladies. Publié par le Département fédéral de l'Industrie. Deuxième édition, page 192.



Pour les calculer, nous avons recours aux opérations simples ci-dessous ;

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{a}-b} = \frac{\sqrt{a}+b}{a-b^2} = \frac{\sqrt{a}+b}{n_1} = \frac{2b}{n_1} + \frac{\sqrt{a}-b}{n_1} = b_1 + \frac{\sqrt{a}-(b-r_1)}{n_1}$$

$$x_2 = \frac{n_1}{\sqrt{a}-(b-r_1)} = \frac{n_1(\sqrt{a}+b-r_1)}{a-(b-r_1)^2} = \frac{a+b-r_1}{n_2} = b_2 + \frac{\sqrt{a}-(b-r_2)}{n_2}$$

. . . .

$$x_p = \frac{n_{p-1}}{\sqrt{a}-(b-r_{p-1})} = \frac{n_{p-1}(\sqrt{a}+b-r_{p-1})}{a-(b-r_{p-1})^2} = \frac{\sqrt{a}+b-r_{p-1}}{n_p} =$$

$$b_p + \frac{\sqrt{a}-(b-r_p)}{n_p}; \left\{ \frac{\sqrt{a}-(b-r_p)}{n_p} = \frac{1}{x_{p+1}} \right\};$$

r_p représente le reste de la division :

$$\frac{2b-r_{p-1}}{n_p} \text{ et } b_p = \frac{2b-r_{p-1}-r_p}{n_p}$$

Ce développement suppose : $a-(b-r_{p-1})^2 = n_{p-1} \cdot n_p$; cette formule se vérifie pour les premières valeurs, et en la supposant vraie pour deux valeurs $n_{p-2} \cdot n_{p-1}$, on démontre aisément qu'elle subsiste pour le produit suivant : $n_{p-1} \cdot n_p$; elle est donc générale.

En remarquant : $n_p > r_p$; $n_p > r_{p-1}$; $n_p < 2b$; $r_p < b$; on peut démontrer le théorème suivant :

Théo. I : *Dans le développement de $\sqrt{a}$ en frac. cont., si, à un moment donné on a : $n_p = n_{p+1}$, ou encore $n_{p-1} = n_{p+1}$, à partir de n_{p+1} toute la série des valeurs (n) obtenues avant (n_p) ou (n_{p-1}) se répète dans l'ordre inverse; les valeurs (b) suivent la même loi.*

La valeur (n_λ) qui devient égale a (n_1), entraîne une valeur suivante $(n_{\lambda+1})$ égale à 1 et des valeurs $b_\lambda = b_1$

et $b_{\lambda+1} = 2b$: à partir de cette valeur 2 b, tous les quotients depuis b_1, à 2 b forment une période.

On a donc :

$$\begin{array}{lll} b_p = b_{p+1} & & b_{p-1} = b_{p+1} \\ b_{p-1} = b_{p+2} & \text{ou} & b_{p-2} = b_{p+2} \\ b_{p-2} = b_{p+3} & & b_{p-3} = b_{p+3} \\ \ldots\ldots & & \ldots\ldots \\ b_1 = b_{2p} = b_\lambda & & b_1 = b_{2p-1} = b_\lambda \end{array}$$

On peut encore déduire les deux théorèmes suivants :

THÉO. II. *Si l'on a une fois deux termes n_μ et $n_{\mu+1}$ tels que $n_\mu = n_\lambda$ et $n_{\mu+1} = n_{\lambda-1}$, n_λ et $n_{\lambda-1}$ étant des termes précédemment obtenus, la loi précédente subsiste pour les valeurs (n) et (b) entre n_λ et n_μ ainsi que pour les valeurs correspondantes avant $n_{\lambda-1}$ et après $n_{\mu+1}$.*

THÉO. III. *Si, au contraire, on a $n_\lambda = n_\mu$ et $n_{\mu+1} = n_{\lambda+1}$, les valeurs n_μ et $n_{\mu+1}$ font partie d'une période qui est la répétition d'une autre formée suivant le théo. I, et à laquelle appartiennent n_λ et $n_{\lambda+1}$.*

Tous les produits $n_{\lambda-1} \cdot n_\lambda$ figurant dans le calcul des quotients incomplets peuvent se former en retranchant de (a) les carrés parfaits inférieurs, et en décomposant les restes en produits de deux facteurs satisfaisant aux conditions énoncées précédemment.

En développant les quotients incomplets, arrivé pour la première fois à une valeur n_λ qui se répète (n_λ étant égal à une valeur antérieure n_μ), trois alternatives peuvent d'abord se présenter : 1° Le produit suivant $n_\lambda \cdot n_{\lambda+1}$, peut être un des produits où l'on a rencontré n_μ : $n_{\mu-1} \cdot n_\mu$, ou $n_\mu \cdot n_{\mu+1}$; 2° il peut aussi être

$n_\lambda . n_{\lambda-1}$; (on aurait $n_{\lambda-1} = n_{\lambda+1}$) ; 3° on peut avoir $n_{\lambda+1} = n_\lambda$.

Les deux dernières alternatives entraînent la périodicité établie au théo. I ; la première est à rejeter à cause des théo. III et IV ; une quatrième alternative seule peut encore se présenter : il y aura un produit $n_\lambda . n_{\lambda+1}$ avec $n_{\lambda+1}$ différant de $n_{\lambda-1}$, n_λ, $n_{\mu-1}$ et de $n_{\mu+1}$.

Comme il n'y a évidemment qu'une valeur ($n_{\lambda+1}$) satisfaisant aux conditions du développement, et que le nombre des produits est limité, en continuant de raisonner ainsi à chaque terme répété, on arrivera forcément à un moment où la série des produits $n_p \cdot n_{p+1}$ sera épuisée, alors cette 4[e] alternative ne pourra plus subsister, la 1[e] étant impossible; on retombera comme seule issue, dans l'une des deux autres.

Dans les deux cas la périodicité des quotients imcomplets est établie.

I. *Les quotients incomplets de la fraction continue représentant la racine carrée d'un nombre entier forment une période mixte.*

II. *Le premier quotient incomplet (b) seul ne fait pas partie de la période.*

III. *Le premier terme de la période est* (b_1) *et le dernier est (2b).*

IV. *Dans la période tous les quotients incomplets depuis* (b_1) *à l'un d'eux se reproduisent dans l'ordre inverse pour finir la période avec* (b_1) *puis* ($2\,b$).

DÉVELOPPEMENT : Il y a deux cas suivant que le terme critique se répète ou non :

$$1^\circ \quad \sqrt{a}=b+\frac{1}{b_1+}\frac{1}{b_2+}\cdots\cdots+\frac{1}{b_{\lambda-1}+}\frac{1}{b_\lambda+}\frac{1}{b_{\lambda-1}+}\cdots\cdots+\frac{1}{b_1+}\frac{1}{22+}$$

$$2^\circ \quad \sqrt{a}=b+\frac{1}{b_1+}\frac{1}{b_2+}\cdots\cdots+\frac{1}{b_{\lambda-1}+}\frac{1}{b_\lambda+}\frac{1}{b_\lambda+}\frac{1}{b_{\lambda-1}+}\cdots\cdots+\frac{1}{b_1+}\frac{1}{22+}\cdots$$

G. KÜNZLER. — *Sur les lignes doubles des surfaces développables.*

L'auteur montre que lorsqu'on représente sur une courbe plane C′ la courbe C_n qui sert à engendrer une surface développable, la ligne double de la surface se trouve aussi représentée univoquement par une courbe Δ. La discussion à laquelle donnent lieu les courbes Δ et C′ conduit à quelques-unes des 14 équations de Cremona et fait connaître les singularités de la ligne double. L'équation de la courbe Δ se trouve facilement lorsque la courbe C_n est rationnelle ; pour une courbe C_4 (c'est-à-dire du quatrième degré) la courbe correspondante Δ est une conique apolaire de C′ ; pour des courbes C_5 et C_6, on peut représenter Δ comme la courbe jacobienne d'un réseau de courbes du troisième ordre dont les composantes sont apolaires de C′. Si la ligne double correspondant à une courbe C_n rationnelle est elle-même rationnelle, Δ, se dédouble en courbes de première ou de seconde classe, à moins que C_n ne possède

des singularités. Ces remarques seront développées en détail dans un mémoire qui paraîtra prochainement.

M. Ch. DUFOUR, professeur à Morges, parle de *quelques particularités de l'éclipse de lune du 3 juillet 1898*. La couleur d'un rouge sombre que l'on voit sur la lune au moment des éclipses totales, est attribuée à la réfraction de la lumière du soleil par l'atmosphère de la terre. Cependant, dans des cas très rares, cette lumière manque, alors la lune est complètement invisible. Autrefois on attribuait cette absence de lumière aux nuages qu'il y avait dans notre atmosphère et qui arrêtaient les rayons du soleil.

M. Dufour l'attribue plutôt au trouble causé dans cette atmosphère par la fumée et la poussière rejetées par les grandes éruptions volcaniques. Il en voit la preuve dans le fait que la lune a disparu ainsi trois fois dans le XIXe siècle, d'abord en 1816, après que, en 1815, le volcan de l'île de Sumbava près des Célèbes, eut jeté une grande quantité de fumée. L'obscurité était si complète à 60 milles du volcan, qu'on ne pouvait pas voir ses doigts en mettant sa main devant les yeux ; puis deux fois en 1884, c'est-à-dire dans les deux seules éclipses totales de cette année-là, alors que l'atmosphère de la terre était encore troublée par l'éruption de Krakatoa.

Il rappelle que le charbon est très opaque, ensuite des expériences qu'il a faites avec M. Brunner, professeur de chimie à l'Université de Lausanne. Il a trouvé qu'une plaque de verre avait une opacité sensible quand elle était couverte d'une couche de noir de fumée, épaisse de $\frac{1}{30000}$ de millimètre ; que si elle était

recouverte d'une épaisseur de charbon de $\frac{1}{2000}$ de millimètre, on ne pouvait voir au travers aucun objet terrestre, mais quelle serait excellente pour observer une éclipse de soleil; enfin qu'une couche de noir de fumée, épaisse de $\frac{1}{700}$ de millimètre était suffisante pour rendre le soleil invisible, même dans les plus beaux jours.

Il est donc très possible qu'une très légère quantité de charbon, resté dans l'air, ait pu arrêter les rayons de lumière qui, sans cela, seraient arrivés sur la lune.

Revenant ensuite à l'éclipse du 3 juillet 1898, M. Dufour parle d'un certain affaiblissement de cette lumière de la lune vers 9 h. 30. (heure de Greenwich), près des régions méridionales de la partie éclipsée de la lune. Une observation pareille a été faite par M. Ed. Perrot, pasteur à Ste-Croix. M. Dufour pense qu'on peut l'attribuer au puissant relief des Andes dans le voisinage du 40° degré de latitude sud : parce qu'alors ces montagnes étaient sur une assez grande étendue, à la circonférence du grand cercle qui séparait l'hémisphère éclairé de l'hémisphère sombre de la terre. Elles avaient alors le soleil couchant, et leur ombre en se projetant sur la lune, pouvait fort bien produire l'affaiblissement de lumière observé en ce moment sur notre satellite. Vingt minutes plus tard, alors que ce gra cercle de séparation passait généralement sur Pacifique, cet affaiblissement de lumière av

M. J. Pidoux, astronome à l'obser
— *Alpenglühn et Réfraction.*

L'idée d'attribuer à des char
les phénomènes lumineux qu



les Alpes neigeuses colorées par le soleil couchant a été émise par M. le prof. Amsler-Laffon dans la 77e session de la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Schaffhouse en 1894. Malheureusement, cette explication, aussi élégante qu'ingénieuse, ne correspond pas à la réalité des faits.

Supposons le soleil, près de son coucher, descendant peu à peu sur le point B de l'horizon. Il éclaire encore la haute montagne depuis son sommet A jusqu'au point C, près de sa base. Lorsque intervient le changement de réfrangibilité de l'air, les rayons solaires se redressent et n'éclairent la montagne que jusqu'au point C', situé au-dessus de C. Pour le soleil, la montagne s'est affaissée, s'est effondrée de la quantité CC'. Lorsque l'inversion thermique de l'air est assez forte, les rayons sont assez relevés pour passer au-dessus du sommet A. La montagne est alors entièrement effondrée, elle a disparu pour le soleil. En d'autres termes : Tout changement dans la réfrangibilité de l'air a pour conséquence un *mouvement apparent* des objets situés au delà.

Au lieu du soleil, éclairant la montagne par ses rayons qui remontent du point B de l'horizon, nous pouvons supposer un spectateur placé dans le voisinage du point B, tournant le dos au soleil couchant et regardant la montagne lointaine éclairée par les derniers rayons du soleil. Ses rayons visuels participeront évidemment à toutes les modifications de la trajectoire des rayons solaires, car ils suivent des directions aussi rapprochées que l'on voudra bien supposer. Ainsi, pour l'observateur comme pour le soleil, la haute montagne devra s'affaisser, disparaître puis réapparaître de nouveau.

Or ce phénomène n'a pas encore été constaté, et même se produirait-il que ce ne serait en aucune façon le spectacle de l'Alpenglühn ; il faudrait lui donner un nouveau nom : « Alpentanz », par exemple.

Ainsi, le seul fait que l'Alpenglühn est visible — (effets de lumière sur un objet *immobile*) — prouve que les changements de réfraction n'y sont pour rien, puisque ces derniers ne peuvent produire que des mouvements apparents.

Ces deux choses, Alpenglühn et Réfraction, non seulement ne sont pas liées entre elles mais s'excluent mutuellement : la présence de l'une suffit à prouver l'absence de l'autre.

M. le prof. H. Dufour, de Lausanne, adresse à la Section une note sur la *déperdition de l'électricité.*

M. le D[r] P. Dubois, de Berne, décrit une méthode rapide et exacte qu'il a imaginée pour déterminer les *durées relatives de la période d'état variable de fermeture dans diverses conditions de résistance, de self-induction et de capacité de circuit.*

Le principe de la méthode est le suivant :

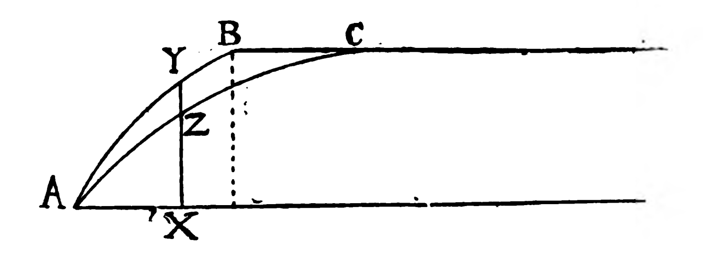
Un condensateur de capacité C mis en communication avec une source électrique du potentiel V, prend aussitôt une charge $Q = CV$, qu'on peut mesurer au galvanomètre balistique. Cette charge se fait très rapidement si les résistances *sur le chemin de charge* sont minimes ; elle s'effectue, au contraire, très lentement si de grandes résistances ou la self-induction viennent ralentir le flux.

Pour apprécier la durée de la période d'état variable il suffit de pratiquer une fermeture du courant *si courte*



que la rupture ait lieu en pleine période d'état variable.

On détermine ainsi une des ordonnées $x\,y$ de la courbe $A\,B$. Il est évident que si par le fait d'un obstacle à l'ascension du courant la courbe devient $A\,B$,



la valeur de l'ordonnée mesurée sera $x\,z$. Cette valeur relative vis-à-vis de $x\,y$ indique dans quelle mesure le flux a été ralenti.

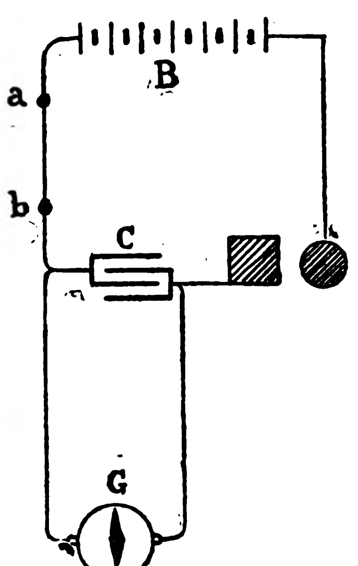
On obtient ce *court contact* par le *choc d'une bille d'acier contre une masse d'acier*. Une batterie *B* est mise en communication, par un de ses pôles, avec l'une des armatures d'un condensateur *C*. L'autre pôle aboutit à une bille d'acier, suspendue à un fil métallique. Ecartée de sa position verticale et abandonnée à elle-même, elle vient frapper le bloc d'acier et communique une *charge partielle* que mesure le galvanomètre balistique *G*.

En A et B on peut interrompre le circuit et intercaler sur le chemin de charge des résistances diverses, rhéostats exempts de self-induction, solénoïdes, capacités diverses et apprécier ainsi la durée de la période d'état variable dans ces diverses conditions. En procédant ainsi le Dr Dubois, est arrivé aux résultats suivants :

1° *Les résistances dont le coefficient de self-induc-*



tion et la capacité sont négligeables ralentissent le flux en raison directe de leur résistance ohmique.



2° *Les solénoïdes opposent à l'établissement du courant une résistance beaucoup plus grande que leur résistance ohmique.*

3° *L'insertion d'un condensateur convenable aux bornes de la résistance annule l'effet aussi bien de la résistance ohmique que de la self-induction.*

4° *La résistance du corps représente, en période d'état variable, une résistance beaucoup plus faible que sa résistance ohmique. Sa capacité annule sa résistance.*

5° *Cette résistance du corps, pour la période d'état variable reste fixe et minime (400 à 2100 ohms) en dépit des énormes variations que peut présenter, pour le régime permanent, la résistance ohmique (500 à 500.000 ohms.*

6° *Cette résistance croît avec la longueur du segment du corps interposé et dépend aussi de la surface des électrodes.*

7° *Le corps est un condensateur à diélectrique semi-liquide d'une capacité de 0,165 microfarads, dans les conditions où se sont faites les expériences précitées.*

La méthode est précieuse pour la détermination de

la capacité des condensateurs à diélectrique liquide. La briéveté du contact élimine les effets de polarisation qui, dans la charge à refus, troubleraient les résultats. Ce contact de la bille d'acier a l'avantage d'avoir toujours la même durée. Les recherches de Schneebeli à Zurich ont montré que si on fait varier la masse de la bille et la hauteur de chûte, la durée du contact ne varie qu'à partir de la septième puissance.

M. le prof. A. **Kleiner**, de Zurich, expose les résultats d'un travail, *sur le temps nécessaire à la charge apériodique de condensateurs en paraffine.*

Afin de fixer l'emploi des condensateurs en paraffine tels qu'ils ont été décrits en 1896 à la réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles, j'ai étudié avec le pendule de Helmholtz et le galvanomètre balistique, la manière dont la charge des condensateurs grandit avec le temps employé à cette charge et comparé les résultats avec ceux qui ressortent de la formule :

$$Q = Q_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{wc}}\right)$$

La concordance entre les charges observées expérimentalement et calculées théoriquement est facile à voir d'après le tableau suivant, dans lequel les temps sont exprimés en millioniémes de seconde et où les déviations du galvanomètre donnent la mesure des charges :

t	8,1-16,2-24,3-32,4-40,0-48,6-56,7-72,9-89,3-15,3-121,7-142,3
α obs......	25,5-43,5-56,0-65,0-74,5-79,0-86,0-91,0-93,0-94,5- 95,5- 96,0
α calc	25,2-43,7-57,4-67,5-74,9-80,5-84,6-89,8-92,6-94 2- 95,0- 95,7

Le potentiel pour le chargement était de 8,35 volt,

la capacité de 0,0053 micr. far. la résistance du conducteur 9986 ohms. Une concordance analogue entre la théorie et les mesures fut trouvée pour la marche temporelle de la décharge et pour d'autres résistances dans le circuit conducteur.

M. Kleiner parle ensuite de *la charge oscillante de condensateurs, au moyen de bobines d'induction faites de différentes matières.*

Les courbes que donne la charge avec le pendule de Helmholtz et le galvanomètre balistique furent établies pour une capacité de 0,1 microfarad en disposant dans le circuit une fois une bobine de fil de fer de 0,3 millimètres d'épaisseur et de 728 tours une autre fois une bobine de fil de cuivre de mêmes dimensions.

Dans le premier cas il put être constaté 6 oscillations entières ; mais dans le chargement au moyen du fil de cuivre, l'amortissement fut si fort qu'il n'y eut qu'une seule oscillation. La durée d'oscillation fut pour le fil de fer 0,001081 secondes. Le fait que l'amortissement est beaucoup plus considérable que ne le voudrait la formule : $\delta = \pi w \sqrt{\frac{C}{L}}$ s'explique par cela que, lors d'une certaine rapidité de variation d'intensité du courant, celui-ci est limité à la surface du conducteur qu'il traverse, ce qui rend la résistance sensiblement plus grande que celle qui correspondrait à la section du fil.

Pour reconnaître si cette circonstance a aussi une influence sur le coefficient de self-induction, et qui doit s'exprimer dans la durée d'oscillation d'après la formule : $T = 2\pi\sqrt{LC}$ il fut fait des observations sur les



oscillations dans des conditions telles que pour les bobines de fer et de cuivre il était facile de déterminer la durée d'oscillation.

Pour des dimensions égales des bobines de 40 tours chacune et pour une capacité C = 0,1 micr. far. la durée d'oscillation fut trouvée T = 0,0000648 sec. pour le fer, et T = 0,0000454 sec. pour le cuivre. Il est par conséquent prouvé, et cela en concordance avec les résultats des théories connues, que pour des oscillations relativement lentes, la durée d'oscillation dépend de la perméabilité du milieu que traverse le courant, tandis que pour des oscillations rapides, il n'y a, comme on sait, que la perméabilité du milieu qui entoure le conducteur que parcourt le courant qui a de l'influence sur la durée d'oscillation.

Des observations de ce genre paraissent donner un moyen approprié pour suivre en la mesurant, la profondeur à laquelle pénètre le courant dans le conducteur qu'il traverse, pour différentes périodes d'oscillations.

M. le Dr H. Wild montre à la section *la nouvelle forme de son polaristrobomètre.*

La dernière disposition de cet appareil, telle qu'elle a été construite par l'atelier de MM. Pfister et Streit à Berne, a déjà été publiée par l'auteur dans la *Vierteljahreschrift der naturf. Gesellschaft in Zurich*, Jahrgang 1898. Il présente l'instrument à la section en insistant surtout sur un accessoire ajouté depuis cette publication. Celui-ci consiste en un spectroscope Amici à vision directe avec collimateur et permet de déterminer la rotation du plan de polarisation

pour la raie D du spectre en se servant de la lumière blanche d'une lampe à gaz ou d'acétylène, avec la même exactitude que si l'on observe d'après la publication antérieure avec la lumière homogène de sodium fournie par une lampe à gaz fixée à l'appareil. De cette manière, l'application d'un compensateur à prismes de quartz pour l'observation de la rotation avec la lumière blanche devient superflue et de même les corrections que ces compensateurs demandent toujours.

M. L. DE LA RIVE fait une communication : *Sur la propagation d'un allongement graduel dans un fil élastique.*

Les deux extrémités d'un fil élastique sont l'une A fixe et l'autre B entraînée d'un mouvement continu avec une vitesse constante de manière à donner lieu à un allongement graduel du fil. Comment l'allongement se propage-t-il dans le fil à partir de B vers A ?

Une solution qui satisfait aux conditions du problème est :

$$u = \mathrm{A}xt + \frac{\mathrm{A}l^2}{\pi^2 a}\left\{\begin{array}{l}\cos\dfrac{\pi(x+at)}{l} - \dfrac{1}{2^2}\cos\dfrac{2\pi(x+at)}{l} + \text{etc.}\\ -\cos\dfrac{\pi(x+at)}{l} + \dfrac{1}{2^2}\cos\dfrac{2\pi(x+at)}{l} - \text{etc.}\end{array}\right\}$$

x est la distance du point considéré à l'origine fixe, a la vitesse de propagation du son, l la longueur du fil. Il résulte de cette expression que :

1° la vitesse d'allongement en un point M est périodique et la durée de la période est $2l/a$.

2° L'allongement n'a lieu en M qu'entre l'instant où la perturbation partie de B parvient en M et celui où la perturbation réfléchie à l'extrémité fixe repasse par M.

3° la vitesse d'allongement au point M est constante et la même qu'à l'extrémité B.

L'auteur a vérifié la périodicité de l'allongement près de l'extrémité fixe d'un ressort à boudin en laiton dur, long de 8 m. — Un cylindre tournant par un mouvement d'horlogerie sur lequel s'enroule un fil entraîne l'extrémité inférieure du ressort qui est suspendu verticalement.

L'allongement est de 18 cm. en 40 s. A deux mètres de l'extrémité supérieure, en visant les spires du ressort contre une règle graduée verticale, on voit que le mouvement a lieu par échelons et qu'à la fin de chaque période la vitesse devient à peu près nulle. — On observe 27 périodes en 40 s., d'autre part une perturbation partant de l'extrémité inférieure met 3/2 seconde pour revenir après s'être réfléchie, valeur de la période qui donne 26,6 en 40 secondes.

M. Jeanneret, de Genève, parle de *l'évolution des courants directs et inverses dans le champ voltaïque*. Dans ce travail purement théorique et qui d'après l'auteur lui-même ne se prête pas à être résumé, il expose ses vues particulières sur la genèse des courants induits. Il pense résoudre ainsi certaines difficultés qui l'ont arrêté au début de ses études, et qui pourraient se présenter à d'autres.

M. le prof. Hagenbach-Bischoff, de Bâle, a étudié les *perturbations produites dans les appareils téléphoniques par le passage des tramways-électriques dans leur voisinage*. Il a reconnu que les bruits anormaux perçus dans ces appareils ne proviennent que de

l'induction du fil de contact du tramway sur le conducteur aérien unifilaire du téléphone. Le courant, dit vagabondant, c'est-à-dire le passage de l'électricité dans les rails de retour du courant sur la plaque de terre du téléphone ne produit point de bruit dans celui-ci. Il ne s'y produit pas davantage de bruit quand ce sont des câbles qui sont exclusivement employés pour le téléphone. Il n'y a pas non plus de perturbation à craindre dans le cas d'un téléphone servi par une double ligne aérienne, dans laquelle le fil d'aller et le fil de retour sont disposés près l'un de l'autre sur les mêmes poteaux, de telle sorte que les actions inductrices s'annulent. Si l'on intercalle dans le circuit du tram une bobine avec noyau de fer (Drosselspule) les variations du courant inducteur sont atténuées, et l'on peut réduire de moitié à peu près, le bruit produit par l'induction sans arriver à le supprimer complètement.

M. R. Weber, professeur à Neuchâtel, indique quelques améliorations qu'il a apportées pour son usage personnel à l'*hygromètre à absorption*, mais qu'il préfère ne pas publier encore.

M. Ris, de Berne, signale à la Section les intéressantes recherches de M. C.-E. Guillaume sur le *nickel et ses alliages*[1].

M. Ed. Sarasin communique la suite de ses recherches sur les *Seiches du lac des IV-Cantons*, qu'il a entreprises à la demande de la Commission d'étude de ce lac.

[1] Voir *Archives des sc. phys. et nat.*, 1898, t. V, p. 255 et 305.

Le limnimètre enregistreur, qui a marché du 15 juillet au 15 décembre 1897, à Lucerne[1], a été installé par lui le 4 mai dernier à Fluelen dans un pavillon de bains près de l'ancien « Urnerhof », actuellement dépôt fédéral de matériel d'ambulances. M. Gisler, directeur de ce dépôt, a bien voulu accepter d'en surveiller la marche; M. Sarasin tient à lui exprimer toute sa reconnaissance pour ce concours dévoué, ainsi qu'à M. le prof. Bachmann, de la Commission d'étude du lac.

Les tracés obtenus jusqu'ici dans cette station concordent avec ceux obtenus l'année d'avant à Lucerne. Seulement, tandis que dans cette dernière station la période longue, de 45 minutes, n'est presque jamais apparue sous forme de sinusoïde simple, mais toujours accompagnée des mouvements de 24 et de 10 minutes, c'est le contraire qui a lieu à Fluelen où cette période constitue le type habituel et où elle se produit avec une extraordinaire régularité, en séries très prolongées. Aucun autre lac de Suisse n'a donné d'aussi belles séries d'uninodales, si ce n'est ceux de Genève et de Constance. C'est ainsi que, du 6 mai au soir au 8 mai au matin, ce mouvement de balancement rythmique a montré pendant plus de 36 heures une parfaite régularité, atteignant, à la suite d'un fort orage, une amplitude de dénivellation de 8 à 10 cm. Cette seiche est évidemment l'uninodale du lac entier, et des observations faites à Lucerne le 22 juin par M. Bachmann, simultanément avec celles de Fluelen, le prouvent en montrant nettement l'opposition du mouvement dans ces deux stations, quand même la seiche à Lucerne

[1] Voir *Arch. des sc. phys. et nat.*, t. IV, p. 458 et t. V, p. 389.

était fortement dicrote. Les périodes moitié et quart de celle-là sont, au contraire, beaucoup plus rares et effacées à Fluelen.

Les deux promontoires des Nasen doivent être sensiblement au centre d'oscillation du lac, ce qui favoriserait la production d'uninodales régulières dans la portion du lac Nasen-Fluelen, régulière elle-même comme forme. Au contraire, la forme irrégulière de la portion occidentale du lac se prêterait moins bien à ces mouvements réguliers de longue période, et ce serait l'unnodale Nasen-Lucerne et la binodale de celle-ci qui domineraient à Lucerne.

Chimie.

Président : M. le prof. E. Noelting, de Mulhouse.
Secrétaire : M. le Dr Heyman, de Berne.

E. Bamberger. Hydrolyse des composés azoïques. Mercure-méthyle. Alphylhydroxylamines. — C. Schall. Dithiodisulfures. Décomposition électrolytique de l'acide o-nitrobenzoïque. — A. Werner. Composés nitro-azoazoxiques et hydrazoïques. — H. Rupe. Acide cinéolique. Condensation des aldéhydes nitrobenzoïques avec la gallacétophénone. — A. Granger. Phosphures métalliques. — A. Pictet. Réduction de la nicotyrine. — E. Noelting. Benzényl-diphénylamidines diaminées. Pararhodamines. Colorants dérivés de l'acide 2.8 naphtylamine-sulfonique. Dérivés 1. 2. 6 du benzène. — F. Fichter. Acides crotoniques. — S. von Kostanecki. Dérivés de la flavone.

M. le prof. E. Bamberger (Zurich). — 1. *Sur l'hydrolyse des composés azoïques mixtes.* — La relation que présentent les alphylazonitroparaffines avec la phé-

nylhydrazine est démontrée expérimentalement par le fait qu'elles sont décomposées par les alcalis en acide nitreux et β-acylphénylhydrazines. Exemple :

$$NO_2\text{-}C\begin{matrix}\nearrow N-NHC_6H_5 \\ \searrow C_2H_5\end{matrix} + H_2O = HNO_2 + OC\begin{matrix}\nearrow NH-NHC_6H_5 \\ \searrow C_2H_5\end{matrix}$$

Phénylazonitropropane   Propionylphénylhydrazine

Dans les mêmes conditions, le phénylazonitroéthane se convertit en acétylphénylhydrazine, et le phénylazonitropentane en valérylphénylhydrazine.

Le nitroformazyle se comporte d'une manière analogue ; on peut le décomposer, quoique par un moyen un peu différent, en acide nitreux et oxyformazyle ; celui-ci ne peut être isolé comme tel, car il se transforme immédiatement, en présence des oxydes de l'azote, en un corps cristallisé en aiguilles blanches, qui explode à 174° et qui, d'après son analyse, son poids moléculaire et toutes ses propriétés, doit être considéré comme la ***bétaïne de l'hydrate de diphényloxytétrazolium*** :

$$\begin{array}{lllll} & \nearrow N & - & N & - C_6H_5 \\ C & & & | & \\ | & \searrow N & = & N & - C_6H_5 \\ O & \text{———} & \text{———} & | & \end{array}$$

Ce corps, qui possède une réaction neutre et une saveur amère, fournit des sels insolubles avec le permanganate et le bichromate de potassium, les chlorures d'or et de platine, le triiodure de potassium, l'acide picrique, etc.

2. ***Sur le mercure-méthyle.*** — Ce composé est transformé par le peroxyde d'azote en un acide extrêmement peu stable, qui cristallise en aiguilles blanches

fusibles à 65-70° (selon la rapidité d'élévation de la température) et possède la formule $C_2H_5N_3O_4$. Le plus souvent cet acide se décompose spontanément peu après sa formation, en fournissant de l'acide formique, de l'anhydride carbonique, du protoxyde d'azote, de l'azote, de l'ammoniaque, de l'hydroxylamine et des traces d'oxyde de carbone ; dans un cas on a observé aussi la production d'aldéhyde formique, reconnaissable à son odeur. Ces faits trouvent leur interprétation dans la formule constitutionnelle suivante :

$$\begin{array}{c} HO\text{-}N{=}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}\text{-}NH\text{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}{=}N\text{-}OH \end{array}$$

qui ferait du corps en question la *dioxime de l'acide iminocarbonique.*

3. *Sur les alphylhydroxylamines.* — L'action simultanée de l'air et de l'eau sur les alphylhydroxylamines les transforme en composés azoxiques et en peroxyde d'hydrogène. L'examen quantitatif de cette réaction conduit à l'équation suivante :

$$2\,(C_6H_5\text{-}NHOH) + O_2 + H_2O = H_2O_2 + C_6H_5\text{-}N_2O\text{-}C_6H_5 + 2\,H_2O$$

On voit, d'après ce résultat, que ces hydroxylamines se comportent comme certains métaux bivalents (Zn, Pb, etc.) qui, eux aussi, sont oxydés avec formation de peroxyde d'hydrogène.

On a reconnu aussi à cette occasion que les alphylhydroxylamines sont capables de rendre l'oxygène actif; elles permettent, par exemple, au carmin d'indigo d'être oxydé par l'air.

L'auteur a essayé, en collaboration avec M. Tschirner, de méthyler la phénylhydroxylamine au moyen du diazométhane ; il a observé que ce dernier agit dans ce cas comme un mélange de méthylène et d'azote et donne naissance à la ***méthylènediphénylhydroxylamine***, selon l'équation :

$$CH_2N_2 + 2\left(NH <^{C_6H_5}_{OH}\right) = CH_2 \left\langle \begin{matrix} N <^{C_6H_5}_{OH} \\ N <^{OH}_{C_6H_5} \end{matrix} \right. + N_2 + H_2$$

L'hydrogène mis en liberté réduit une partie de la phénylhydroxylamine et la convertit en aniline.

Ce mode d'action du diazométhane semble être particulier aux alphylhydroxylamines ; il a été constaté pour plusieurs représentants de cette classe de corps.

M. le Dr C. Schall (Zurich). — 1. *Formation électrolytique des dithiodisulfures.* L'électrolyse en solution aqueuse des corps de la formule générale RCSSM les transforme en dithiodisulfures, $(RCSS)_2$, dans les cas suivants :

Lorsque M = K et R = les groupes oxyméthyle (CH_3O –), oxyéthyle, oxyisobutyle, oxyisoamyle, ou le groupe C_2H_5S–.

Lorsque M = $H_2(C_2H_5)_2N$ et R = $(C_2H_5)_2N$–.

Mais la réaction n'a pas lieu lorsque M = K et R = C_6H_5–NH–NH– ; il ne se forme alors que la diphénylthiocarbazide, CS $(NH - NH - C_6H_5)_2$.

En prenant M = NH_4 et R = NH_2 on n'a pas obtenu dans tous les cas le dithiodisulfure correspondant.

2. *Décomposition électrolytique de l'acide o – nitro-*

benzoïque. — Si l'on soumet à l'action du courant une solution des sels de certains acides aromatiques dans ces acides eux-mêmes, on observe la formation d'hydrocarbures. On obtient une solution de ce genre en dissolvant du carbonate de soude dans l'acide préalablement désséché et au besoin fondu. On peut, par exemple, dissoudre jusqu'à 6, 4 gr. de carbonate de soude dans 50 gr. d'acide o-nitrobenzoïque porté à la température de 160-180° ou même à celle de la vapeur du benzoate d'éthyle. Dans cette dernière solution, l'auteur a fait passer pendant $^1/_2$-1 h. un courant de 0,4-1 ampère (8-15 éléments Bunsen ou au bichromate, électrodes en platine de 12-16 cm^2, distantes de 4,5^{mm}). Il a obtenu une certaine quantité de *nitrobenzène*, des flocons bruns insolubles dans les carbonates alcalins, des matières charbonneuses noires et parfois des traces de cristaux fusibles à 149-150° et ne possédant pas de propriétés acides. Lorsqu'on ajoute à la solution une très faible quantité d'eau, il se forme aussi des nitrophénols.

M. le prof. A. Werner (Zurich). *Sur les composés nitro-azo-azoxiques et hydrazoïques*. — Nous n'avons pas reçu le résumé de cette communication.

M. le Dr H. Rupe (Bâle). — 1. *Sur l'acide cinéolique*. L'acide cinéolique, $C_{10}H_{16}O_5$, préparé par M. Wallach en oxydant le cinéol, se décompose lorsqu'on le chauffe à 160° avec de l'eau. Parmi les produits de cette décomposition l'auteur a isolé deux nouveaux acides, possédant tous deux la formule $C_9H_{16}O_3$, laquelle diffère de celle de l'acide cinéolique par CO_2 en moins.

Le premier de ces corps, qu'il nomme ***acide cinéolénique***, cristallise en prismes ou en tables fusibles à 83-84°; il entre en ébullition à 127,5-129,5° sous une pression de 13^{mm}, et à 250° sous la pression atmosphérique. Il n'est attaqué ni par le brome ni par le permanganate et renferme très probablement encore la chaîne fermée du cinéol.

Le second acide cristallise dans l'eau, dans laquelle il est beaucoup plus soluble que son isomère, sous la forme de petites aiguilles ; il fond à 53-54° et bout à 158-160° sous 13^{mm} de pression. Son sel de magnesium est insoluble dans l'eau froide. On peut aussi l'obtenir en chauffant l'acide cinéolénique à 150° avec de l'eau. Il réagit immédiatement avec le brome et le permanganate et ne contient par conséquent plus le noyau du cinéol. Comme il n'entre pas en réaction avec la semicarbazide et ne forme pas de lactone, il ne constitue ni un acide cétonique ni un acide δ-hydroxylé ; mais il renferme probablement un groupe OH dans la position β, car la distillation sous la pression atmosphérique lui fait perdre une molécule d'eau et le convertit en un nouvel acide liquide de formule $C_9H_{14}O_2$.

L'auteur est amené par ces faits à proposer les for-

mules suivantes pour l'acide cinéolique et pour ses produits de décomposition :

```
      CH3
      |
      C —COOH
     /    \
  CH2      \
  |         O
  CH2      /
     \    /
      C —COOH
      |
      CH(CH3)2
```

Acide cinéolique
Formule de Wallach

```
      CH3
      |
      C—COOH
     /   \
  CH2     O
  |       |
  CH2     C(CH3)2
     \   /
      CH
      |
      COOH
```

Acide cinéolique
Nouvelle formule

```
      CH3
      |
      CH
     /   \
  CH2     O
  |       |
  CH2     C(CH3)2
     \   /
      CH
      |
      COOH
```

Acide cinéolénique

```
      CH3
      |
      CH
     //
  CH      OH
  |       |
  CH2     C(CH3)2
     \   /
      CH
      |
      COOH
```

Acide fusible
à 53-54°

```
      CH3
      |
      CH
     //
  CH
  |          /CH3
  CH2     C<
     \   /   \CH3
      CH
      |
      COOH
```

Acide
$C_9 H_{14} O_2$

Ces formules concordent avec celles de la terpine, du terpinéol, etc.

L'auteur a encore étudié l'action du brome sur l'anhydride cinéolique ; il a obtenu des dérivés bromés bien cristallisés qui sont dépourvus de propriétés acides.

2. *Sur la condensation des aldéhydes nitrobenzoïques avec la gallacétophénone* (en collaboration avec M. J. Leontjeff). En chauffant à 90-100° une mol. de gallacétophénone avec 1-2 mol. d'aldéhyde nitro-

benzoïque *meta* ou *para* et du chlorure de zinc, on obtient des produits de condensation de la formule

$$\left.\begin{array}{l}(OH)_3\,C_6H_2 - CO - CH_2\\(OH)_3\,C_6H_2 - CO - CH_2\end{array}\right\rangle CH - C_6H_4 - NO_2\ (3\ \text{ou}\ 4)$$

Ces corps ne sont pas oxydés par le peroxyde de plomb; ils n'appartiennent donc pas à la série du triphénylméthane. Leurs propriétés tinctoriales sont à peu près les mêmes que celles de la gallacétophénone. Réduits par le chlorure stanneux et l'acide chlorhydrique, ils fournissent des bases faibles qui, diazotées et copulées avec les phénols, donnent des colorants azoïques tirant sur mordants.

M. A. Granger, professeur à l'Ecole d'application de la Manufacture de Sèvres. — *Sur quelques phosphures et arséniures métalliques.*

J'ai montré dans un travail d'ensemble publié dans les Annales de Chimie et de Physique que les phosphures métalliques ne pouvaient pas être préparés par une méthode générale. Suivant les propriétés des métaux et l'altérabilité des phosphures auxquels ils donnent naissance, il y a lieu de chercher des procédés différents. La phosphuration directe des métaux est restreinte à quelques corps dont on peut augmenter le nombre en prenant les précautions nécessaires pour éviter la dissociation. En maintenant pendant le refroidissement, qui doit être brusque, une atmosphère saturée de vapeur de phosphore, j'ai pu isoler un certain nombre de ces composés : Cu^5P^2, AgP^2, Au^3P^4, Pt^2P, Pt^3P^5, PtP^2, et reprendre l'étude de ceux qui nécessitaient de nouvelles

expériences pour en constater l'existence. Je passe sous silence un certain nombre de méthodes indirectes que, devant les contradictions des savants qui m'ont précédé, j'ai dû étudier à nouveau et que je crois bon de laisser de côté par suite de leurs résultats peu satisfaisants. Je vais seulement insister sur deux procédés que j'ai imaginés et sur l'intérêt desquels je crois devoir m'étendre un peu.

Les métaux, chauffés à une température convenable dans un courant de vapeur d'une combinaison halogénée du phosphore, sont généralement attaqués avec formation d'un phosphure et production d'un composé haloïde du métal. C'est le trichlorure de phosphore qui m'a donné presque toujours les meilleurs résultats.

On peut aussi réaliser la proposition inverse et traiter un chlorure par la vapeur de phosphore.

Par l'action du trichlorure de phosphore sur le fer, le nickel et le cobalt, réduits de l'oxalate, j'ai pu isoler Fe^4P^3, Ni^2P, Co^2P. Le chrôme et le manganèse sont altérés par les lavages nécessaires pour éliminer les chlorures qui recouvrent le métal et arrêtent la réaction ; dans ce cas on ne peut donc obtenir de résultats. Le cadmium et le zinc donnent des composés complexes contenant du cadmium ou du zinc, du chlore et du phosphore, qui, lorsqu'ils sont préparés à une température pas trop élevée, dégagent de l'hydrogène phosphoré au contact de l'eau. Si, à la température de la réaction, le phosphure se détruit, on n'obtient qu'un chlorure; c'est le cas du plomb et de l'argent. Le cuivre donne un biphosphure CuP^2. Avec le mercure il faut opérer un peu différemment ; chauffé en tube scellé, au-dessus de 300°, avec du biiodure de phosphore, il se

transforme en phosphure Hg^2P^4 et en iodure mercurique.

Inversement les chlorures de cuivre, de fer, de nickel et de cobalt se transforment en phosphures quand on les chauffe dans la vapeur de phosphore. Le chlorure de cuivre donne le biphosphure CuP^2 obtenu précédemment, les chlorures de fer, nickel et cobalt les sesquiphosphures Fe^2P^3, Ni^2P^3, Co^2P^3. Avec le chlorure d'argent on a un biphosphure. Pour préparer les phosphures de chrôme et de manganèse, il faut joindre à l'action du phosphore celle de l'hydrogène. Traités au rouge par la vapeur de phosphore et de l'hydrogène les deux chlorures donnent naissance à CrP et Mn^3P^2.

J'ai commencé à généraliser ces deux réactions qui me semblent convenables à la préparation de quelques arséniures. J'ai constaté déjà que le cuivre, le fer, le nickel et le cobalt étaient facilement attaqués par la vapeur de $AsCl^3$ et transformés en arséniures dont la composition et les propriétés sont encore à l'étude.

Je crois pouvoir espérer que par l'action de $SbCl^3$ sur les métaux je pourrai peut-être isoler aussi quelques antimoniures.

M. le prof. Amé Pictet (Genève). *Sur la réduction de la nicotyrine* (en collaboration avec M. le Dr P. Crépieux). — On sait que la nicotyrine (formule I) est le premier produit d'oxydation de la nicotine (II),

dont elle diffère par 4 atomes d'hydrogène en moins dans le noyau pyrrolique.

CH — CH
‖ ‖
—C CH
\ /
N
|
CH_3

I

CH_2 — CH_2
| |
—CH CH_2
\ /
N
|
CH_3

II

Les auteurs ont cherché à régénérer la nicotine à partir de la nicotyrine. Il s'agissait pour cela de réduire le noyau pyrrolique sans hydrogéner en même temps le noyau pyridique. Ils y sont parvenus dans une certaine mesure en passant par l'intermédiaire du dérivé iodé et en utilisant la propriété que possèdent les dérivés du pyrrol, de donner avec l'iode en solution alcaline des produits de substitution, propriété qui fait défaut aux dérivés de la pyridine.

Lorsqu'on traite la nicotyrine par l'iode en présence de soude caustique, on obtient un produit solide, qui cristallise dans l'eau bouillante ou dans l'alcool dilué en longues aiguilles incolores. Ce composé possède la formule $C_{10}H_9IN_2$ et constitue un *monoiodonicotyrine*. C'est une base monoacide tertiaire, qui forme des sels jaunes, et colore en vert le bois de sapin, propriétés qui la rapprochent de la nicotyrine. Il est infiniment probable que l'atome d'iode se trouve dans le noyau pyrrolique, et cela dans la position β' (Formule III).

L'iodonicotyrine est beaucoup plus facilement réductible que la nicotyrine elle-même. Lorsqu'on la traite par le zinc et l'acide chlorhydrique, elle échange non

seulement son atome d'iode contre un atome d'hydrogène, mais elle fixe encore deux autres atomes d'hydrogène au noyau pyrrolique, et on obtient une base de formule $C_{10}H_{12}N_2$, la *dihydronicotyrine* (IV), qui présente les plus grands rapports avec la nicotine, dont elle ne diffère plus que par 2 atomes d'hydrogène en moins.

CH — CI
‖ ‖
—C CH
N
N
CH_3

III

CH — CH_2
‖ |
—C CH_2
N
N
CH_3

IV

La dihydronicotyrine est un liquide incolore qui bout à 248°. Comme la nicotine, elle est facilement soluble dans l'eau, présente une réaction alcaline prononcée, ne colore pas le bois de sapin, forme des sels incolores et constitue une base diacide et bitertiaire. Elle décolore instantanément le permanganate en solution sulfurique, ce qui prouve qu'elle renferme encore une double liaison en dehors du noyau pyridique.

M. le prof. E. Nœlting (Mulhouse) communique quelques travaux entrepris en collaboration avec ses élèves.

1. *Sur une nouvelle classe de matières colorantes, les benzényl-di-phényl-amidines diaminées par* MM. Nœlting et Kuntz.

La benzényl-di-phényl-amidine

C_6H_5
C = N. C_6H_5
NHC_6H_5

et son dérivé méthylé

$$\begin{array}{l} \diagup C_6H_5 \\ C = N.C_6H_5 \\ \diagdown N \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown C_6H_5 \end{array} \end{array}$$

sont blancs aussi bien à l'état de bases qu'à l'état de sels et ne possèdent aucune propriété tinctoriale.

Si l'on introduit dans ces deux substances un groupe amide, NH_2, ou mieux un groupe amido-diméthylé, $N(CH_3)_2$, on obtient des dérivés, tels que

$$\begin{array}{l} \diagup C_6H_4N(CH_3)_2 \\ C = N - C_6H_5 \\ \diagdown N \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown C_6H_5 \end{array} \end{array}$$

qui sont des matières colorantes jaunes de faible intensité.

Si l'on introduit *deux* groupes basiques les propriétés tinctoriales sont considérablement augmentées.

Ainsi

$$\begin{array}{l} \diagup C_6H_4N(CH_3)_2 \\ C = N - C_6H_4NH_2 \\ \diagdown N \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown C_6H_5 \end{array} \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} \diagup C_6H_4N(CH_3)_2 \\ C = N - C_6H_4N(CH_3)_2 \\ \diagdown N \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown C_6H_5 \end{array} \end{array}$$

sont des colorants jaunes très puissants teignant la soie, la laine et le coton mordancé au tanin en nuances vives et intenses. Jusqu'à présent les dérivés dans lesquels les groupes NH_2 sont en para ont été seuls étudiés.

On les prépare tous de la même manière, par action de la diméthyl-paramido-benzo-méthyl-anilide

$$\begin{array}{l} C_6H_4N(CH_3)_2 \\ | \\ CO \\ | \\ N \begin{array}{l} / CH_3 \\ \backslash C_6H_5 \end{array} \end{array}$$

sur l'aniline, le para-phénylène-diamine ou la diméthyl-para-phénylène-diamine en présence d'oxychlorure de phosphore.

La benzényl-diphényl-méthyl-amidine peut donc être considérée comme un chromogène

$$C_6H_5-C(=N-C_6H_5)-N(CH_3)(C_6H_5)$$

analogue jusqu'à un certain point à l'azobenzène

$$C_6H_5-N=N-C_6H_5$$

L'une et l'autre deviennent colorants par introduction des groupes auxochromes, amide, mais tandis que l'azobenzène est déjà coloré par lui-même le nouveau chromogène est incolore comme la xanthone, la flavone et autres.

2. *Sur les isomères des rhodamines, les para-rhodamines, par* MM. Nœlting et Paira. Les rhodamines doivent être considérées comme les dérivés ortho-

carboxylés des diamido-phényl-pyrones tétraalcoylées

On les obtient par l'action de l'anhydride phtalique sur les métamidophénols dialcoylés. Il paraissait intéressant de préparer aussi les isomères de la méta et de la para-série. Ils ne sauraient être préparés par l'action des acides isophtalique et téréphtalique sur les métamidophénols, mais on peut les obtenir par une voie détournée. En effet, en condensant les nitrobenzaldéhydes avec les dialcoylmétamidophénols on obtient des dérivés triphénylméthaniques

$$\begin{array}{l} C_6H_4NO_2 \\ | \\ C - C_6H_3(OH)(NR_2) \quad 1.3 \text{ et } 1.4 \\ \;\backslash C_6H_3(OH)(NR_2) \\ \;\backslash H \end{array}$$

et par déshydratation ultérieure les dérivés pyroniques

$$\begin{array}{l} C_6H_4NO_2 \\ | \\ C - C_6H_3(NR_2) \quad 1.3 \text{ et } 1.4 \\ | \;\backslash \quad >O \\ H \;\backslash C_6H_3(NR_2) \end{array}$$

En remplaçant successivement le groupe NO_2 par NH_2, CN et COOH et en oxydant ensuite les leucobases on devra obtenir les rhodamines isomériques. L'expé-

rience a pleinement réalisé ces prévisions dans la para-série, la seule qui ait été étudiée jusqu'à présent.

Les para-rhodamines

COOH, C, OH, NR₂, O, NR₂

montrent la plus grande analogie au point de vue des propriétés chimiques et tinctoriales avec les rhodamines ordinaires ; leur nuance est toutefois plus bleuâtre. Par éthérification elles fournissent les anisolines correspondantes.

Les pyrones amidées et cyanées sont naturellement aussi des matières colorantes, ainsi que les pyrones nitrées, dont la préparation avait été indiquée il y a quelques années par un brevet des Farbenfabriken, autrefois F. Bayer et Cie, à Elberfeld.

3. *Matières colorantes azoïques dérivées de l'acide 2-8 naphtylamine-sulfonique, par* MM. Nœlting et Bianchi.

On sait par les expériences de M. Witt que le diazobenzène se copule avec l'acide 2.8 naphtylaminesulfonique en donnant un dérivé diazoamidé

SO_3H — N(H) — $N = N - C_6H_5$

Il en est de même avec le paranitro-diazobenzène, si l'on opère en solution alcaline. Le produit obtenu

SO_3H — N(H) — N = N — $C_6H_4NO_2$

teint la soie et la laine en jaune et montre tous les caractères des dérivés diazoamidés.

Il en est tout autrement si la copulation a lieu en solution acide. On obtient alors un véritable dérivé azoïque

SO_3H — N = N — $C_6H_4NO_2$ — NH_2

teignant la soie et la laine en rouge-ponceau et donnant par réduction un acide diamidonaphtylamine-sulfonique.

4. *Sur quelques dérivés 1.2.6 du benzène*, par MM. Nœlting et Filipkowski.

D'après la formule du benzène de Kékulé les dérivés trisubstitués du benzène 1.2.6.

A, y, x et A, x, y

devraient être différents, de même que les dérivés 1.2 et 1.6. Pour ces derniers l'expérience a au contraire montré maintes fois leur identité, et ceci a été un argument contre la formule de Kékulé et en faveur de la formule à liaisons centrales (Baeyer).

Pour les dérivés 1.2.6, il n'existe qu'un travail de M. Lobry de Bruyn qui a montré que les deux cyanures

$$CH_3O \; [CN] \; OC_2H_5 \quad \text{et} \quad C_2H_5O \; [CN] \; OCH_3$$

sont identiques. Il semblait intéressant d'examiner l'identité ou la non-identité des dérivés 1.2.6 dans un nombre plus considérable de cas.

A cet effet le dinitrotoluène 1.2.6

$$NO_2 \; [CH_3] \; NO_2$$

qu'on peut obtenir maintenant à l'état de pureté de la Chemische Fabrik Griesheim était une matière première toute indiquée.

En y remplaçant successivement les deux groupes nitro NO_2 par des groupes X et Y on peut obtenir toute une série de composés

$$y \; [CH_3] \; x \quad \text{et} \quad x \; [CH_3] \; y$$

qu'on peut ensuite comparer entre eux.

Jusqu'à présent on a préparé

$$HO \; [CH_3] \; Cl \quad \text{et} \quad Cl \; [CH_3] \; OH$$

ainsi que

$$\underset{\text{(CN, Cl, CH}_3\text{ sur le noyau)}}{CH_3} \qquad \text{et} \qquad \underset{\text{(Cl, CN, CH}_3\text{ sur le noyau)}}{CH_3}$$

qui ont montré entre eux une identité complète.

Ces expériences seront continuées.

M. le Dr F. Fichter (Bâle). *Sur la constitution des deux acides crotoniques.* — L'auteur a soumis, en collaboration avec M. A. Krafft, l'acide β-oxyglutarique à la distillation dans le vide. Il se forme, à côté de l'acide glutaconique, que M. von Pechmann avait déjà obtenu dans cette réaction, des quantités considérables d'un autre acide monobasique liquide, possédant la formule $C_4H_6O_2$. La formation de ce composé doit être représentée par les deux équations suivantes ;

$$\begin{array}{l} CH_2 - CHOH - CH_2 - COOH \\ | \\ COOH \end{array} = \begin{array}{l} CH_2 - CH - CH_2 - COOH \\ |\qquad\ \ | \\ CO - O \end{array} + H_2O$$

$$\begin{array}{l} CH_2 - CH - CH_2 - COOH \\ |\qquad\ \ | \\ CO - O \end{array} = CH_2 = CH - CH^2 - COOH + CO_2$$

Il faut admettre comme produit intermédiaire un acide β-lactonique qui, comme les β-lactones de M. Einhorn, se décomposerait sous l'influence de la chaleur en donnant de l'anhydride carbonique et un composé non saturé.

D'après les formules ci-dessus, l'acide $C_4H_6O_2$ posséderait la constitution de l'acide vinylacétique que l'on a jusqu'ici vainement tenté de préparer. Or, toutes ses propriétés montrent qu'il est absolument identique à l'acide isocrotonique, à cette seule différence près,

que ce dernier, préparé suivant le procédé de M. Geuther, renferme toujours une certaine quantité d'acide crotonique solide.

Ces résultats conduisent à la conclusion que l'isomérie des deux acides crotoniques est due à la position différente de la double liaison et non à une cause d'ordre stéréochimique.

M. le prof. S. de Kostanecki (Berne). *Nouveaux essais synthétiques dans le groupe de la flavone.* — L'auteur a montré récemment que le dibromure de l'*o*-oxybenzalacétophénone

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}OH\\CO - CHBr - CHBr - C_6H_5\end{array}\right.$$

fournit, sous l'action de la potasse alcoolique, la *flavone*

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}O - CH\\ \quad\;\; \|\\CO - CH - C_6H_5\end{array}\right.$$

substance mère de plusieurs colorants végétaux jaunes.

Il a préparé de même la *2-bromoflavone* en partant du dibromure de la 5-bromo-2-oxybenzalacétophénone

$$C_6H_3Br\left\langle\begin{array}{l}OH\\CO - CHBr - CHBr - C_6H_5\end{array}\right.$$

Considérant que la plupart des colorants végétaux jaunes renferment le reste de l'acide protocatéchique, il a cherché à réaliser la synthèse de la 3'4'-dioxyflavone en soumettant à l'action de la potasse alcoolique le dibromure de la 2-oxypipéronalacétophénone ; mais il

n'a obtenu dans ce cas qu'un oxindogénide, la *pipéronalcoumaranone* :

$$C_6H_4\left\langle\begin{matrix}O\\CO\end{matrix}\right\rangle C = CH - C_6H_3\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle CH_2$$

Le dibromure de la 2-oxyanisalacétophénone et celui de l'éther monoéthylique de la pipéronalrésacétophénone fournissent aussi des oxindogénides et non des dérivés de la flavone.

Dans la première Assemblée générale du 1er août, M. le prof. E. Schaer (Strasbourg) a fait une conférence sur les *travaux de Schönbein sur les ferments oxydants*. Il a résumé les recherches de ce savant sur la polarisation et l'activité de l'oxygène, la catalyse du peroxyde d'hydrogène et l'ozonisation, ainsi que sur le rôle que certains ferments jouent dans ces phénomènes. Puis il a exposé les résultats récents obtenus dans ce même domaine depuis la mort de Schönbein et passé en revue les travaux de Hoppe-Seiler, M. Traube, Röhmann et Spitzer, ainsi que ceux de MM. Bertrand et Bourquelot sur la laccase et sur les ferments de certains champignons.

Pharmacie.

Président: M. le prof. A. Tschirch, de Berne.
Secrétaire: M. le Dr Oesterle, de Berne.

E. Schaer. Hydrate de chloral. — C. Hartwich. Poisons indiens Fausse salsepareille. — Schaerges. Dérivés du gaïacol. — C. Nienhaus. Fabrication de

la cellulose. — Schumacher-Kopp. Analyses d'huiles. — H. Kunz-Krause. Tannoïdes. — A. Tschirch. Aloïne. Oliban. Gomme laque. Xanthorhamnine. Chromatophores du café. — Aweng-Barr Principes actifs de diverses drogues. — A. Conrady. Décoctions et infusions. — Issleib. Céarine. — B. Studer. Expertise des champignons.

M. le prof. E. SCHAER (Strasbourg) rend compte d'une *étude des propriétés physiques et chimiques de l'hydrate de chloral*, faite sous sa direction par M. R. MAUCH. Ce travail devant paraître prochainement *in extenso* dans un journal spécial de pharmacie, il n'en indique que les résultats principaux.

Au point de vue physico-chimique l'hydrate de chloral se distingue par les propriétés suivantes :

1. Par sa solubilité dans des liquides chimiquement très différents, comme l'eau, l'alcool, le chloroforme, le benzène, les huiles grasses et essentielles, etc.

2. Par le pouvoir dissolvant très considérable que possèdent ses solutions aqueuses concentrées (60-80 °/₀) pour un grand nombre de substances minérales ou organiques ; parmi ces substances, celles qui présentent de l'intérêt au point de vue pharmaceutique sont les suivantes : alcaloïdes et leurs sels, santonine, résines, huiles grasses et essentielles, matières colorantes des fleurs, curcumine, colorant du seigle ergoté, couleurs d'aniline, etc. D'autres corps, comme le caoutchouc, la gutta-percha, l'indigo, les cires, la cellulose, sont au contraire à peu près insolubles dans la solution de chloral.

3. Par la propriété qu'il a de se liquéfier (le plus souvent avec abaissement, dans quelques cas avec élévation de température) au contact d'un grand nombre de composés organiques, tels que les stéaroptènes, les phénols, les acides, les alcaloïdes, etc. On remarque alors comme un fait constant que les corps au contact

desquels l'hydrate de chloral se liquéfie sont eux-mêmes extrêmement solubles dans la solution aqueuse concentrée de ce composé.

4. Par la faculté qu'il possède d'empêcher la coloration bleue de l'amidon par l'iode. La solution d'amidon dans l'hydrate de chloral devient seulement rougeâtre par addition d'iode; si on fait couler avec précaution sur ce mélange un peu d'eau, il apparaît au bout d'un temps très court, à la limite de séparation des deux couches superposées, une coloration bleue très intense. L'amidon est transformé par la solution concentrée de chloral en amylogène et en amylodextrine, mais il ne se forme ni dextrine ni sucre.

L'auteur renvoie au mémoire détaillé pour les nombreuses applications que ces propriétés de l'hydrate de chloral peuvent trouver en pharmacie et en chimie.

M. le prof. C. Hartwich (Zurich).— 1. *Sur quelques substances employées dans les Indes pour empoisonner les flèches*. Il existe, dans l'Asie méridionale et orientale, deux contrées dans lesquelles les indigènes font encore actuellement usage de flèches empoisonnées.

L'une de ces contrées s'étend sur le versant méridional de l'Himalaya, jusqu'à la Chine à l'Est et jusqu'au royaume de Siam au Sud. Les Mongols qui l'habitent empoisonnent leurs flèches avec le suc de différentes espèces d'aconits, en particulier avec celui de l'*Aconitum ferox*.

Au Sud de cette contrée s'en trouve une autre qui comprend la partie orientale de l'Inde, la presqu'île de Malacca et la plus grande partie des îles de la Sonde jusqu'aux Philippines; ses habitants, presque tous

Malais, emploient surtout le suc laiteux de l'*Antiaris toxicaria*, mais aussi l'écorce de diverses *Strychnos*, le *Derris elliptica*, certaines Apocynées, Aroïdées, etc.

L'auteur indique les réactions qui peuvent servir à reconnaître les principes toxiques de l'*Antiaris* (antiarine), des *Strychnos* (strychnine et brucine) et du *Derris* (derride). Il a surtout étudié les poisons des Orang-Benuas (presqu'île de Malacca) et il a trouvé que, sur 6 échantillons examinés, l'antiarine ne manque dans aucun ; les alcaloïdes des Strychnos ont pu être décelés dans 4 cas, le derride dans un seul.

Des recherches de l'auteur et de celles plus anciennes de Santesson il résulte que ce n'est pas, comme on le croit généralement, le *Strychnos Tieuté* seul, ne renfermant que de la strychnine, qui est employé pour la préparation des poisons, mais que l'on utilise encore au moins deux autres espèces du même genre, dont l'une contient de la brucine et l'autre de la brucine et de la strychnine.

Pour reconnaître la présence des principes provenant de la plupart des Strychnos, on peut se servir d'une réaction de la *strychnochromine,* découverte en 1824 par Pelletier et Caventou dans le *Strychnos Tieuté*. Cette substance donne avec l'acide nitrique une coloration d'abord verte, puis bleue. Elle se trouve aussi, d'après l'auteur, dans le *St. Nux vomica*, le *St. Colubrina* et le *St. Gaultheriana*, et, d'après Pelletier et Caventou, dans le *St. Pseudochina* de l'Amérique du Sud ; mais elle fait défaut au *St. ligustrina*.

2. *Sur une fausse salsepareille du Brésil.* Ce produit, dont une certaine quantité est arrivée récemment à Hambourg, ne se distingue pas de la vraie salsepa-

reille par son odeur; on n'aperçoit pas davantage de différence dans la coupe sous un faible grossissement. Mais l'étude anatomique plus approfondie montre que le parenchyme de l'écorce ne contient ni amidon ni aiguilles d'oxalate, et fait apercevoir encore d'autres différences dans les caractères botaniques, en particulier en ce qui concerne l'épaisseur des cellules de l'endoderme. La plante qui produit cette fausse salsepareille n'est pas connue; peut-être est-ce le *Herreria Salsaparilla* Martins, dont les racines sont employées sous les noms de Salsaparilla brava et de Salsaparilla do mato.

M. le Dr SCHAERGES (Bâle). *Sur le gaïacol et ses dérivés.* — L'auteur expose d'abord les principales méthodes de préparation du gaïacol, soit à partir de la créosote, soit par voie synthétique à partir de la pyrocatéchine et de l'anisol. Il parle ensuite de la préparation de ses éthers, en s'appuyant sur les données de divers brevets allemands. Il passe enfin aux acides gaïacol-monosulfoniques *ortho* et *para* de la maison F. Hoffmann, La Roche et Cᵒ, de Bâle. Ces deux acides que l'on obtient par sulfonation directe du gaïacol en observant certaines conditions précises de température, sont bien cristallisés, ainsi que leurs sels. Les sels alcalins sont facilement solubles. L'orthosulfonate de potassium a reçu le nom de *thiocol* et est employé avec succès dans le traitement de la tuberculose pulmonaire.

M. le Dr C. NIENHAUS (Bâle). *Sur l'état actuel de la fabrication de la cellulose en Suisse.* — Les fabriques de cellulose qui employent aujourd'hui en Suisse le

procédé dit au sulfite, bréveté par Mitscherlich, sont les suivantes :

1° Attisholz, établie en 1882, envoyant ses résidus dans l'Aar.

2° Cham, 1882, avec déversement dans la Lorze.
3° Perlen, 1883, » » la Reuss.
4° Biberist, 1884, » » l'Emme.
5° Balsthal, 1884-1885 » » la Dünnern.
6° Kaiseraugst, 1890 » » le Rhin.

Après une courte description du procédé, l'auteur donne la composition des solutions de sulfite, au début et à la fin des opérations *(Kocherlaugen)*. Le déversement de ces dernières dans les cours d'eau ne semble pas présenter de grands inconvénients. On n'a pas réussi jusqu'à présent à les utiliser. L'auteur énumère les divers essais faits dans ce sens et préconise leur emploi pour la fabrication de la *dextrone*, que l'on obtient en concentrant les solutions jusqu'à la densité de 1,3 et en précipitant par un sel alcalin neutre ; le produit ainsi obtenu peut être utilisé dans l'apprêt des tissus.

Dans la discussion qui suit, on indique qu'une nouvelle fabrique de cellulose, travaillant aussi d'après le procédé au sulfite, vient de s'établir dans le Val-de-Travers ; elle n'a donné lieu jusqu'ici à aucune plainte.

M. le Dr SCHUMACHER-KOPP (Lucerne). *La réaction du furfurol dans les analyses d'huiles.* — On ne peut tirer de résultat positif de la réaction de Baudoin, modifiée par Villavecchia et Fabris, et employée pour déceler la présence d'huile de sésame dans l'huile d'olives au moyen du furfurol, que si la coloration rouge produite

est durable. En effet, certaines colorations rouges dues à d'autres impuretés tournent au vert au bout de quelques heures.

Il n'est pas possible de constater, au moyen du réfractomètre de Zeiss, une relation entre le pouvoir réfringeant du mélange et l'intensité de la coloration rouge produite par le furfurol. Ce n'est qu'après l'addition de 25 % d'huile de sésame que la réfraction dépasse de 0,2° la limite maxima (55°) admise jusqu'ici pour l'huile d'olives pure.

M. le Dr Kunz-Krause (Lausanne). *Sur les tannoïdes.* — Nous n'avons pas reçu le résumé de cette communication.

M. le prof. A. Tschirch (Berne). — 1. *Sur l'aloïne du Cap.* — L'auteur annonce qu'il a réussi en collaboration avec M. Hiepe, à retirer de l'aloès du Cap de Bonne-Espérance une aloïne cristallisée, ce qui n'avait pu être effectué jusqu'ici. Pour l'obtenir on additionne l'aloès d'une quantité d'alcool insuffisante pour le dissoudre entièrement, on sèche le résidu, on l'extrait dans l'appareil de Soxhlet d'abord par l'éther puis par l'alcool, et on soumet la solution alcoolique à une précipitation fractionnée au moyen de l'éther. Il se dépose d'abord des substances résineuses brunes, puis l'aloïne elle-même, sous la forme de flocons jaunes. En faisant cristalliser ceux-ci dans un mélange d'alcool et d'éther on obtient, quoique assez difficilement, des aiguilles presque incolores, réunies le plus souvent en rosettes. L'aloïne du Cap diffère fortement par ses réactions de la barbaloïne et de la nataloïne et se rapproche de la socaloïne.

2. *Sur l'oliban.* — D'une étude détaillée que l'auteur a entreprise avec M. **Halhey**, il résulte que l'oliban ou encens possède la composition suivante :

Partie soluble dans l'alcool environ 72 %	Acide boswellique libre, $C_{31}H_{51}O_2$. COOH.	33 %
	» » sous forme d'éthers	1,5
	Olibanorésène, $C_{14}H_{22}O$	33
	Huiles essentielles (pinène, dipentène, phellandrène, cadinène)	4-7
	Principe amer	0,5
Partie insoluble dans l'alcool environ 28 %	Gomme (arabates de chaux et de magnésie)	20
	Bassorine	6-8
	Résidus végétaux	2-4

On a étudié plus spécialement l'acide boswellique et ses sels. La richesse relative en résène fait reconnaître immédiatement l'oliban comme provenant d'un végétal de la famille des Burséracées ; toutes les plantes de cette famille produisent, en effet, des résines riches en résène.

3. *Sur la gomme laque.* — La composition de ce produit a été établie comme suit par l'auteur, en collaboration avec M. **Farner** :

Cire	6 %
Laccaïne	6,5
Partie soluble dans l'éther, renfermant le principe odorant, une partie de la résine et l'érythrolaccine	35
Partie insoluble dans l'éther, renfermant une combinaison de l'acide aleuritinique avec un résinotannol	65
Résidu (sable, morceaux de bois, restes d'insectes)	9,5
Eau et perte	3,5

La séparation de ces diverses substances se fait de la manière suivante :

On élimine d'abord la cire par extraction au moyen de l'éther de pétrole, puis on traite le résidu par l'eau, ce qui fournit la matière colorante brute, soluble en violet dans les alcalis et renfermant l'*acide laccaïque*, $C_{16}H_{12}O_8$, isolé pour la première fois par M. R.-E. Schmidt.

On épuise ensuite le résidu par l'alcool bouillant et on précipite la solution par l'acide chlorhydrique ; on obtient ainsi la résine sous la forme d'une poudre jaune brunâtre. Celle-ci contient au moins quatre corps différents. On la redissout dans une petite quantité d'alcool et on ajoute à cette solution dix fois son volume d'éther ; il se dépose une résine jaune pâle (voir plus bas).

La solution éthérée, une fois séparée de ce dépôt, est agitée avec une solution de carbonate de soude au millième, aussi longtemps que cette dernière se colore en violet. On l'additionne alors d'acétate de plomb, ce qui fournit un précipité violet. On met celui-ci en suspension dans l'alcool, on le décompose par l'acide sulfurique, on traite la solution par le charbon animal et on la précipite de nouveau par l'acétate de plomb alcoolique. Après plusieurs traitements semblables on parvient à éliminer complètement la matière colorante sous la forme de sa combinaison plombique et on obtient une masse poisseuse blanc jaunâtre qui contient des acides gras et le principe odorant de la gomme laque.

La combinaison plombique du colorant est mise de nouveau en suspension dans l'alcool et décomposée par l'acide sulfurique, puis la solution versée dans l'eau.

On obtient ainsi des flocons bruns, que l'on purifie en précipitant plusieurs fois leur solution alcoolique par l'eau. On élimine encore certaines impuretés par précipitation au moyen du benzène, puis on extrait la solution benzénique au moyen du carbonate de soude ; on précipite enfin le colorant par l'acide chlorhydrique et on le fait cristalliser dans l'alcool dilué, dans lequel il se dépose sous la forme de paillettes rhombiques. Après sublimation il forme de petites aiguilles rouges qui présentent de grandes ressemblances avec l'alizarine. Ce nouveau corps, qui reçoit le nom d'*érythrolaccine*, et auquel la gomme laque doit sa couleur, appartient au groupe des colorants dérivant de l'anthracène.

La substance précipitée par l'éther (voir plus haut) forme la majeure partie de la résine. Dissoute dans l'alcool et précipitée par l'eau, elle se transforme en une poudre presque blanche. En la saponifiant par la potasse à 10 °/₀ on obtient un nouvel acide que l'on peut purifier par l'intermédiaire de son sel de magnésium. Il cristallise dans l'alcool étendu en paillettes rhombiques, dans l'eau en aiguilles, et fond à 106°. Sa composition répond à la formule $C_{13}H_{26}O_4$. Les auteurs l'ont nommé *acide aleuritinique* et ont préparé ses sels de magnesium, de baryum et de plomb. Il est lié dans la gomme laque à un résinotannol qui n'a pu jusqu'ici être isolé à l'état de pureté.

4. *Sur la xanthorhamnine.*— M. Tschirch présente des cristaux de ce composé, qu'il a retiré avec M. Polacco des fruits du *Rhamnus cathartica* et qu'on n'avait trouvé jusqu'à présent que dans la graine d'Avignon. On l'obtient par digestion avec l'eau et extraction du produit par l'éther ; celui-ci laisse par évaporation

un résidu que l'on fait cristalliser dans l'alcool bouillant. On obtient ainsi des aiguilles jaunes, solubles dans les alcalis, et dont les propriétés concordent avec celles de la xanthorhamnine retirée de la graine d'Avignon.

5. M. Tschirch a observé enfin, dans l'enveloppe des fruits du caféier, l'existence de *chromatophores* très bien formés, de couleur violet foncé ou noir bleu. Ils se trouvent dans l'épiderme à côté d'un suc cellulaire rouge. Dans la partie sous-épidermique on rencontre en abondance des cristaux aciculaires de longueur variable réunis en rosettes ; chaque cellule renferme une ou plusieurs de ces rosettes.

L'échantillon frais qui a servi à cette étude provenait du Jardin botanique de Berne, où le caféier a donné cette année des fruits arrivés à complète maturité.

M. le Dr Aweng-Barr. *Contribution à l'étude des principes actifs de Cort. Frangulæ, Rhiz. Rhei et Fol. Sennæ.* — Ces principes sont des glucosides, au nombre de 4 probablement, qui sont communs aux trois produits et s'y trouvent en proportions variables. On peut les diviser en deux groupes, suivant leur solubilité dans l'eau ; les glucosides insolubles peuvent être séparés des glucosides solubles par l'action des moisissures. L'étude complète de ces corps n'est pas encore terminée.

En ce qui concerne les préparations galéniques, il faut remarquer que les glucosides solubles conviennent seuls aux préparations liquides, et encore faut-il employer un véhicule qui les mette à l'abri de l'action des moisissures. Comme type d'une préparation renfermant l'ensemble des principes actifs, on peut citer

l'extrait hydro-alcoolique de rhubarbe. En préparant ce produit on doit éviter avec soin le dédoublement des glucosides par les acides ou les alcalis, car les substances qui prennent ainsi naissance sont en partie inactives.

En comparant divers échantillons de rhubarbe on a trouvé de grandes différences, soit dans leur teneur absolue en glucosides, soit dans les proportions relatives de ceux-ci. Ce point doit évidemment être pris en considération lorsqu'on veut fixer le prix ou choisir le mode d'emploi d'un échantillon donné.

M. A. Conrady (Leutmannsdorf, Silésie). *Décoctions et infusions.* — A la suite de recherches expérimentales sur la solubilité dans l'eau des principes essentiels des drogues, l'auteur pose les thèses suivantes :

La préparation des décoctions et des infusions selon les pharmacopées actuelles ne répond plus aux exigences de la pharmacognosie scientifique.

Jusqu'ici toutes les drogues étaient soumises à des traitements identiques ; il faudra dorénavant, au contraire, traiter chacune d'elles d'après ses caractères individuels, et en particulier, déterminer dans chaque cas la température de l'eau à laquelle l'extraction se fait le plus facilement et le plus complètement.

On prendra dans tous les cas les drogues à l'état pulvérisé.

La percolation remplacera partout la décoction et l'infusion.

Il conviendra d'employer des appareils qui permettent de régler exactement la température à laquelle doit se faire l'extraction.

Ces thèses sont recommandées à l'examen des directeurs des pharmacies cantonales.

M. Issleib (Bielefeld). *Sur la céarine.* — L'emploi de la paraffine pour la préparation des onguents a le grand inconvénient de fournir une masse qui ne peut absorber qu'une petite quantité (4-5 °/$_0$ au maximum) de médicaments liquides. La graisse de laine ou lanoline est susceptible, au contraire, de s'en incorporer de beaucoup plus fortes proportions, mais elle se comporte à ce point de vue d'une manière extrêmement variable suivant les échantillons.

L'examen chimique de la lanoline y démontre l'existence de l'acide carnaubique et de l'alcool carnaubylique. Or, ce même acide carnaubique fait aussi partie constituante de la cire de Carnauba, qui provient d'un palmier du Brésil, le *Copernicia cerifera.*

Comme il est fort probable que la faculté d'absorption de la lanoline est en relation avec sa teneur en acide carnaubique, l'idée devait se présenter de préparer une base d'onguents avec la cire de Carnauba, qui renferme le même principe.

Toutefois la cire naturelle paraissait impropre à ces essais, vu sa forte coloration, qui va du jaune verdâtre au gris. La cire blanchie pouvait seule être utilisée. Or on n'a pas réussi jusqu'à présent à blanchir directement la cire de Carnauba; on ne peut le faire qu'après l'avoir préalablement mélangée à d'autres substances, telles que la cire du Japon, la cire d'abeilles, la cérasine, la paraffine. Encore faut-il remarquer expressément que ces divers mélanges, qui trouvent leur emploi dans la fabrication des bougies, ne peuvent pas tous être utilisés en pharmacie. On doit rejeter en particulier ceux qui

sont préparés à l'aide de la cire d'abeilles ou de la cire du Japon, car ils deviennent facilement rances.

L'auteur a choisi un mélange renfermant 25 °/₀ de cire de Carnauba et 75 °/₀ de paraffine, et blanchi au soleil. Ce dernier point est de grande importance, car les produits qui ont été blanchis par les procédés artificiels contiennent du chlore.

On a pris une partie de ce mélange et on l'a fondu avec 4 parties de paraffine liquide de densité 0,880. Le produit ainsi obtenu a été appelé *céarine*, du nom de la province de Ceara (Brésil) d'où vient la cire de Carnauba.

Ainsi que l'on pouvait s'y attendre, la céarine absorbe encore plus d'eau que la paraffine, soit environ 15 °/₀. On peut, à l'aide de la céarine, préparer l'onguent de plomb sans avoir à concentrer préalablement la *Liq. Plumbi subacet.* On peut également préparer l'onguent à l'iodure de potassium sans addition d'hyposulfite de soude. En outre, la céarine est, au point de vue chimique, aussi inaltérable que la paraffine. Elle semble donc constituer une base excellente pour la préparation des onguents.

M. B. STUDER (Berne). *Le pharmacien comme expert dans les questions concernant les champignons.* — L'auteur montre pourquoi le pharmacien est tout particulièrement qualifié pour remplir les fonctions d'expert dans toutes les questions relatives aux champignons. Il émet en conséquence le vœu que, dans l'établissement des programmes d'études et d'examens de pharmacie, ces cryptogammes soient pris en sérieuse considération.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

O. HINSBERG ET A. SIMCOFF. SYNTHÈSE DES DÉRIVÉS DU NAPHTINDOL (*Berichte*, XXXI, 250, Genève).

On sait d'après des travaux antérieurs que lorsqu'on fait bouillir des amines aromatiques primaires ou secondaires en solution aqueuse ou dans l'alcool étendu avec du bisulfite de sodium et du glyoxal, il se forme des dérivés du glycocolle ou des acides indolsulfoniques d'après l'équation :

$$\begin{matrix} ONaSO^2 \\ HO \end{matrix}\!\!>\!CH.CH\!<\!\!\begin{matrix} OH \\ SO^2ONa \end{matrix} + C^{10}H^7NH^2 =$$

$$= NaHSO^3 + 2H^2O + C^{10}H^6\!<\!\!\begin{matrix} NH \\ CH \end{matrix}\!\!>\!CSO^2Na$$

La formation facile de ces acides a engagé les auteurs à étudier l'acide β naphtindolsulfonique pour le transformer dans les principaux dérivés de la série du β naphtindol. Ils décrivent à cette occasion la

β *naphtylamide du* β *naphtylglycocolle* $\begin{matrix} CO - N_2H - C^{10}H^7(\beta) \\ | \\ CO - N_2H - C^{10}H^7(\beta) \end{matrix}$

qui s'obtient en faisant bouillir avec de la lessive de potasse étendue le produit de la réaction du bisulfite de sodium et du glyoxal sur la β naphtylamine; le β *naphtindol*

$$C^{10}H^6\!<\!\!\begin{matrix} NH \\ CH \end{matrix}\!\!>\!CH$$

qui prend naissance par distillation sèche des sels de l'acide

naphtindolsulfonique, spécialement en présence de poudre de zinc; l'***isonitrosonaphtoxindol***

$$C^{10}H^{6}\left\langle\begin{array}{l}NH\diagdown\\ \\ \diagdown\;\;\diagup C\text{---}NOH\end{array}\right\rangle\begin{array}{l}CO\\ |\\ \end{array}$$

préparé par nitrosation du précédent; la β *naphtisatine* qui cristallise en aiguilles rouges, fusibles à **252°** et se forme en chauffant l'isonitrosonaphtoxindol avec un grand excès de H^2SO^4; la ***naphtindophénazine***

$$C^{10}H^{6}\left\langle\begin{array}{c}NHC = N\\ |\\ \text{---}C = N\end{array}\right\rangle C^{6}H^{4}$$

qu'on obtient en chauffant au bain d'huile à **250°**, la β naphtisatine avec l'o-phénylènediamine et enfin le β ***naphtodioxindol***

$$C^{10}H^{6}\left\langle\begin{array}{l}NH.CO\\ \;\;\;\;\;\diagup\\ CH \text{ — } OH\end{array}\right.$$

Ce dernier a été préparé en dissolvant la β naphtisatine dans l'acide acétique cristallisable à chaud et ajoutant du zinc en poudre jusqu'à complète décoloration. Il cristallise en cristaux incolores ou légèrement bruns, fusibles à 216°. Ses solutions s'oxydent à l'air en régénérant la naphtisatine.

F. R.

J. Tambor et F. Wildi. Sur les dérivés de la benzalacétophénone renfermant de l'azote (*Berichte* XXXI, 349, Berne).

Il résulte des recherches des auteurs, recherches qui sont la conséquence des travaux de Kostanecki, que la benzalacétophénone est susceptible de réagir .vec l'ammoniaque et amines primaires aromatique tandis que jusqu'ici les bases aromatiques secondaires pures ou mixtes ont résisté à cette réaction qui se fait en général à froid, en présence ou dans la plupart des cas, en absence d'alcali. On n'a pas pu

déterminer la règle à laquelle serait soumise cette réaction, car tandis que deux mol. de benzalacétophénone fixent 1 mol. d'ammoniaque, de nitrotoluidine ($CH^{3}.NH^{2}NO^{2}$ 1.2.5), des trois nitranilines isomères et d'α naphtylamine, elle réagit à molécules égales avec l'aniline, la p toluidine et la β naphtylamine.

Les produits de condensation sont blancs, cependant s'ils renferment un groupe chromophore comme le groupe NO^{2} par exemple, ils deviennent jaunes ou rouges.

Les auteurs ont préparé les dérivés suivants :

Di-benzalacétophénone-amine :

$$\begin{array}{l} C^{6}H^{5}.CH\text{——}CH^{2}.CO.C^{6}H^{5} \\ \qquad\quad > NH \\ C^{6}H^{5}.CH\text{——}CH^{2}.CO.C^{6}H^{5} \end{array}$$

par condensation de la benzalacétophénone avec l'ammoniaque en solution alcoolique; ce composé fond à 163°, son ***dérivé acétylé*** à 149°.

Di-benzalacétophénone-nitrotoluidine :

$$\begin{array}{l} C^{6}H^{5} - CH - CH^{2}.CO.C^{6}H^{5} \\ \qquad\qquad | \\ NO^{2}\langle C^{6}H^{3}(CH^{3}) \rangle N \\ \qquad\qquad | \\ C^{6}H^{5} - CH - CH^{2}.CO.C^{6}H^{5} \end{array}$$

fusible à 203°. Ils décrivent aussi les dérivés correspondants des trois nitranilines isomères et de l'α naphtylamine, ainsi que les produits de condensation de la benzalacétophénone avec l'aniline, la p toluidine et la β naphtylamine dans la formation desquels 1 mol. de la cétone entre en réaction avec 1 mol. de la base. La ***benzalacétophénone-aniline*** correspond par conséquent à la formule :

$$\begin{array}{l} C^{6}H^{5}.CH - CH^{2}.CO.C^{6}H^{5} \\ \qquad\quad | \\ H - N - C^{6}H^{5} \end{array}$$

et les dérivés des autres bases indiquées ci-dessus sont constitués de la même manière. **F. R.**

ZOOLOGIE

ARNOLD LANG. TRAITÉ D'ANATOMIE COMPARÉE ET DE ZOOLOGIE. Traduction française par le professeur G. Curtel 2 vol. 8° avec 854 fig. dans le texte. Georges Carré et C. Naud, éditeurs à Paris. 1898.

Le Traité d'Anatomie comparée et de Zoologie que M. le prof. Arn. Lang, de Zurich a fait paraître, complète d'une façon fort heureuse la série des ouvrages consultatifs ayant trait à ces deux sciences. Il combine en effet les tendances de la Zoologie et de l'Anatomie comparée de manière à donner une idée bien complète des divers embranchements d'Invertébrés soit au point de vue systématique soit surtout au point de vue de l'ontogénie, de la phyllogénie et de l'homologie des organes dans les différents groupes.

Dans un premier chapitre, l'auteur décrit la cellule en partant des animaux unicellulaires et de la cellule œuf et passant ensuite en revue les différents tissus tels qu'ils se montrent chez les Métazoaires. Après cette introduction il prend les embranchements les uns après les autres, consacrant à chacun d'eux un chapitre : Célenthérés, Platodes, Vers, Arthropodes, Mollusques, Echinodermes. Chaque chapitre présente un plan uniforme qui rend le traité très facile à consulter; après avoir donné brièvement la caractéristique générale de l'embranchement, l'auteur en établit la systématique, en exposant pour chaque classe, ordre ou famille, les principaux caractères; puis vient la partie anatomique où chaque organe est pris l'un après l'autre et où l'on peut suivre avec facilité les modifications qu'ont subies les organes homologues suivant les conditions dans lesquelles ils se trouvent et agissent. Dans cette étude l'auteur, pour plus de clarté, part souvent d'un type primitif schématique depuis lequel il suit les diverses tendances évolutives jusqu'aux types extrêmes et la compréhension du texte est extrêmement facilitée par l'intercalation d'un grand nombre de figures d'une clarté parfaite. Enfin chaque chapitre se termine par

une partie ontogénique et phyllogénique dans laquelle est décrit avec le plus grand soin le développement de l'œuf et de la larve depuis le stade blastula jusqu'à l'état adulte pour les représentants les mieux connus ou les plus caractéristiques de chaque classe.

Il va sans dire que ce Traité tient compte des publications d'anatomie comparée les plus récentes; certains chapitres présentent pourtant un intérêt spécial, lorsque le distingué professeur de Zurich peut se baser sur ses nombreuses et consciencieuses études personnelles; c'est le cas de ceux qui concernent les Vers, les Mollusques et tout particulièrement les Echinodermes. Enfin il faut féliciter l'auteur de l'impartialité avec laquelle il expose et discute les hypothèses divergeantes à propos des points controversés et ceci tout spécialement à propos des questions souvent si difficiles de l'ontogénie et de la phyllogénie. C. Sar.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 18 mai 1898.

A. Schenk. Ethnogénie des populations helvétiques. — H. Dufour. Observations d'Héliotropisme. — S. Bieler. Un pied-etalon de 1657. — La conformation du pied du cheval.

M. le Dr A Schenk fait une communication sur l'*Ethnogénie des populations helvétiques.*

C'est seulement à partir de la fin de la période quaternaire, à l'époque magdalénienne, que l'on a trouvé dans les différentes stations paléolithiques de la Suisse des objets d'industrie démontrant d'une façon absolue la présence de l'homme dans notre pays à cette époque reculée, mais aucun reste humain n'a encore été rencontré. L'époque de la pierre polie nous a fourni par contre un certain nombre d'ossements humains provenant des premières palafittes ou d'anciens cimetières lacustres. Ces ossements se rapportent à deux races principales : 1° une race de petite taille brachycéphale, à face plutôt basse qui se rattache par ses caractères à la race de Grenelle ou race *brachycéphale néolithique* et, 2° une race plus grande, *dolichocéphale,* à face haute et étroite, leptoprosope, d'*origine septentrionale.* Ces deux races en s'unissant donnèrent naissance à des métis, souvent caractérisés par un crâne mésaticéphale.

Durant l'époque du bronze, la Suisse a été le théâtre d'une immigration compacte et massive, de populations fortement

brachycépales, caractérisées par un crâne arrondi, relativement court et large, une taille plutôt petite et une carnation foncée. Cette immigration venant de l'Est, constitue la grande invasion celtique.

Dans les temps historiques, la Suisse a été encore le siège de nouvelles invasions, les Helvètes, les Romains, les Allemans, les Burgondes, les Goths et les Franks se succèdent dans notre pays, s'y fixent quelquefois et exercent nécessairement une influence sur les caractères des populations helvétiques. Toutefois cette influence n'est pas considérable, car ainsi que le démontre la taille, la couleur des yeux et des cheveux, et surtout la forme cranienne, la race celtique est aujourd'hui chez nous en forte majorité. Cette race s'est surtout maintenue pure dans le massif alpin de l'Est de la Suisse, les Grisons et le Haut-Valais, ainsi que l'ont prouvé les remarquables travaux de MM. His et Rütimeyer, Kollmann, Scholl et tout dernièrement enfin celui de M. le professeur E. Pitard. L'indice céphalique moyen calculé sur un grand nombre de crânes est toujours supérieur à 85.

Une étude entreprise par M. Schenk sur un très grand nombre de crânes vaudois anciens lui a fourni les mêmes résultats; l'indice moyen est encore brachycéphale, un peu moins élevé cependant que celui des montagnards du Haut-Valais et des Grisons, ce qui indique probablement un mélange avec les populations dolichocéphales d'origine germanique.

Il est permis, en somme, d'après les faits jusqu'ici connus de conclure que la population de la Suisse appartient en grande partie à l'élément ethnique à tête arrondie, à la race celtique, l'élément germanique n'y étant plus qu'en minorité. Mais cette race celtique n'est pas pure, c'est une race mixte, associant les caractères de la race celtique pure ou rhétique à ceux (mais d'une façon beaucoup moins accusée) de la race kimrique ou germanique.

M. Henri Dufour donne les résultats complémentaires des observations qu'il avait présentées le 20 avril sur l'*héliotropisme*.

Les herbes cultivées dans les divers milieux ont été coupées et pesées puis traitées par l'alcool. Les solutions obtenues dans les mêmes conditions avaient immédiatement après la filtration la même teinte jaune vert; elles étaient toutes également fluorescentes. Le lendemain la solution faite avec l'herbe développée en lumière *jaune* avait changé de teinte et viré au *vert*; le spectre de cette solution était différent de celui de la chlorophylle développée en lumière blanche. Vingt-quatre heures plus tard la chlorophylle développée en lumière *bleue* avait également changé de teinte. La solution de chlorophylle normale (en lumière blanche) est encore fluorescente et inaltérée vingt-sept jours après la préparation, les autres solutions vertes n'ont plus subi de modifications depuis leur première transformation, elles sont à peine fluorescentes.

Cette expérience qui sera répétée paraîtrait indiquer une formation incomplète des complexes de la matière verte dans la plante cultivée en lumière colorée. La différence la plus caractéristique est le rapide changement de teinte et la disparition presque entière de la fluorescence.

M. S. Bieler fait circuler un *pied,* ancienne mesure de longueur datant de 1657 divisé en 12 pouces de 8 lignes.

M. S. Bieler, à propos d'un travail de M. Joly, prof. à Saumur sur la *soudure congénitale des os tarsiens du cheval*, revient sur la question de l'origine bifide du doigt du cheval. Il montre des phalanges du cheval qui indiquent nettement que le doigt est formé de pièces soudées n'ayant pas de rapport de structure avec le doigt principal du tapir auquel on assimile le doigt du cheval.

M. Bieler pense que la parenté du cheval devrait être cherchée dans les Suidés. Soit les pécaris, soit les races de porcs syndactyles, montrent la soudure des os métatarsiens et phalangiens et offrent ainsi une homologie plus complète avec le cheval.

Quant à la soudure cunéiforme à laquelle on attache une grande importance, les recherches de M. Joly, sur une cin-

quantaine de chevaux, semblent montrer qu'il y a là un phénomène d'évolution se continuant et s'accentuant dans la période actuelle.

Séance du 1er juin.

H. Brunner. L'action des persulfates. — H. Brunner. Nouvelles réactions des alcaloïdes.

M. le prof. **Brunner** donne de nouveaux résultats obtenus en collaboration avec ses élèves sur l'*action des persulfates*. Au point de vue analytique il a constaté le pouvoir oxydant si remarquable des persulfates permettant non seulement, comme cela a été communiqué précédemment, la détermination du carbone par voie humide des acides gras, des acides de fruits, des alcools polyatomiques (y compris les sucres), des dérivés de l'acide urique, de la pyridine, de la strychnine, mais aussi celle de l'azote dans les combinaisons azotées correspondantes. Par contre, le noyau benzénique résiste à la combustion au moyen des persulfates ce qui permet quelquefois de reconnaître sa présence dans une combinaison. L'action oxydante la plus puissante se produit quelquefois par un mélange de persulfate et de permanganate de potassium, et c'est ainsi que M. Brunner et ses élèves sont arrivés à brûler en solution aqueuse l'oxyde de carbone.

Dans une communication précédente M. Brunner a dit qu'il avait réussi à déterminer aussi au moyen des persulfates et par la méthode volumétrique les halogènes dans le chloral, le iodoforme etc. et dernièrement M. Brunner a trouvé une méthode très simple pour la détermination gravimétrique et volumétrique des halogènes, méthode qui peut remplacer celle de Carius et celle par la combustion avec de la chaux. Dans ce but on traite la substance halogène en dissolution azotique et en présence de nitrate d'argent avec un persulfate : les halogènes se précipitent immédiatement; une petite quantité se dissout au commencement dans le sulfate formé pendant la réaction ; on le précipite en faisant bouillir ensuite avec de l'alcool; pour recueillir les quantités d'halo-

gène qui se volatilisent pendant la réaction, on adapte au ballon dans lequel on opère, un appareil Varrentrapp rempli d'acide sulfureux; le contenu de ce dernier est ensuite versé dans le ballon.

En déterminant ainsi le chloral, M. Brunner et ses élèves ont constaté que ce dernier se dédouble en partie en hexachloroéthane C_2Cl_6. Il s'opère ici, comme souvent sous l'influence des persulfates une condensation des deux groupes $C\,Cl_3$.

Par action des persulfates sur les phénols et l'acide salicylique en solution neutre, M. Brunner et ses élèves sont arrivés à obtenir des produits de condensation en rapport intime avec le tanin et les phlobaphènes. C'est ainsi que l'acide salicylique donne, entre autre, un acide tribasique et renfermant encore 6 groupes phénoliques de la formule $C_{28}H_{18}O_{16}$, qui correspond à 2 mol. de tanin moins 2 fois OH,

$$\underset{\text{Tanin}}{2\,C_{14}H_{10}O_9} - 2\,OH = C_{28}H_{18}O_{16}$$

et qui est aussi en rapport avec les phlobaphènes $C_{28}H_{20}O_{12}$ qui sont des produits d'oxydation des tanins naturels.

Les produits chlorés, bromés et iodés, tels que les acides chloro-bromo et iodosalycique, la chloranil, etc., qui se forment en solution acide ont été indiqués autrefois.

Le produit d'oxydation obtenu par action des persulfates sur l'essence de térébenthine est un *pinol* $C_{10}H_{16}O$ inactif, mais aussi, comme la détermination du poids moléculaire l'a démontré, probablement un polymère, un produit de condensation.

De même l'acide urique donne, en solution *alcaline*, un produit de condensation avec les persulfates, un acide tribasique, pentatonique $C_{10}H_{14}N_{10}O_8$ à côté de l'urée, ce qui pourrait être en rapport avec le fait constaté que par la combustion de l'acide urique, de la caféine etc. un des quatre atomes d'azote est toujours transformé en ammoniaque. Le nouvel acide ne peut pas être $C_5H_7N_5O_4$ ce qui correspondrait p. ex. à un sel ammoniacal d'un acide oxyurique, parce qu'il forme entre autre un sel d'argent $C_{10}H_{11}Ag_3N_{10}O_8$.





Par action des persulfates en présence de chlorure, de bromure et d'iodure de potassium sur la fluorescéïne il se forme toujours ses dérivés bihalogénés, tandis que le persulfate ne donne point de dérivés analogues avec l'acide phtalique et la résorcine (cette dernière est tout de suite carbonisée).

En résumant l'action des persulfates sur les substances organiques, M. Brunner constate une grande analogie entre les réactions et les oxydations, accompagnées souvent de condensations, qui s'opèrent dans l'organisme animal et dans les plantes.

M. le prof. Brunner communique encore une ***nouvelle série de combinaisons :*** l'hydrate de chloral, l'hydrate de bromal, la paraldéhyde, le sulfurol et l'acide ortho-nitro-phénylpropiolique pour servir aux constatations des alcaloïdes; ces réactions, d'abord employées pour la morphine, s'appliquent aussi à l'apomorphine, à la codéïne, la papavérine, la thébaïne, la picrotoxine et d'autres substances analogues. Elles sont d'une très grande sensibilité, très durables et souvent caractérisées par de superbes colorations.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

SEPTEMBRE 1898

Le 1er, forte bise depuis 10 h. du matin jusqu'au soir.
2, forte bise à 1 h. du soir.
3, très forte rosée le matin.
4, rosée le matin.
5, forte rosée le matin.
6, forte rosée le matin.
7, forte rosée le matin.
8, très forte rosée le matin.
9, forte rosée le matin; de 8 h. 30 m. à 9 h. 45 m. du soir, aurore boréale.
10, très forte rosée le matin.
11, forte rosée le matin; à 4 h. 30 m. du soir, orage sur le Jura au NW.; à 7 h. 40 m. et à 10 h., éclairs au NE.
12, rosée le matin.
14, très forte rosée le matin; forte bise à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
15, rosée le matin.
16, rosée le matin.
17, très forte rosée le matin.
18, très forte rosée le matin; à 7 h. 40 m. du soir, éclairs à l'E.
19, quelques gouttes de pluie à 8 h. du matin; forte bise à 7 h. du soir.
20, rosée le matin.
21, très forte rosée le matin.
22, forte rosée le matin.
23, très forte rosée le matin; depuis 3 h. 29 m. du soir, tonnerres lointains au NW.; quelques gouttes de pluie à 4 h. 10 m. du soir.
24, forte bise le matin.
25, très forte rosée le matin.
26, très forte rosée le matin; faible couronne lunaire à 7 h. du soir.
27, quelques gouttes de pluie à 8 h. 30 m. du matin.
28, pluie le matin jusqu'à 4 h. du soir.
29, forte bise depuis 10 h. du matin à 4 h. du soir.
30, très forte rosée le matin; légère pluie à 3 h 30 m. du soir; pluie à 9 h. du soir.



Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	733,55	Le 1er à 4 h. matin	730,92
3 à 8 h. matin	736,62	3 à 6 h. soir	733,80
9 à 9 h. matin	730,04	9 à 6 h. soir	727,69
12 à 9 h. matin	728,42	10 à 5 h. soir	728,14
15 à 9 h. matin	735,25	12 à 6 h. soir	725,74
18 à 9 h. matin	731,01	15 à 5 h. soir	533,07
25 à 9 h. matin	725,38	18 à 4 h. soir	728,04
26 à 9 h. matin	726,47	19 à 3 h. soir	730,50
27 à 1 h. matin	724,70	28 à 4 h. matin	722,11
29 à minuit	727,23	29 à 11 h. soir	724,85
30 à minuit	724,85	30 à 4 h. soir	719,15

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY H. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Pellegrin	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY P. Pelletier
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total.	25.1	28.8	38.5	19.9	34.5	29.5	26.0

Durée totale de l'insolation à Jussy : 259h 35m.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièm. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
1	731,74	+ 3,98	730,92	733,55	+16,74	+ 0,45	+13,3	+20,6	767	+ 26	560	920	...	..	NNE. 2	14,7	0,40	8,9	19,3	+ 1,0	141,7
2	734,49	+ 6,75	733,64	735,69	+14,76	— 1,72	+12,0	+19,1	750	+ 6	620	870	...	..	NNE. 1	9,2	0,47	6,9	19,0	+ 0,8	143,4
3	735,28	+ 7,56	733,80	736,62	+15,46	— 0,91	+ 7,9	+22,7	718	— 29	510	940	...	..	NNE. 1	5,3	0,15	10,8	19,0	+ 0,8	140,5
4	734,26	+ 6,56	732,85	735,76	+17,25	+ 1,00	+ 9,6	+23,9	699	— 50	490	910	...	..	N. 1	6,3	0,15	11,3	...	.....	141,0
5	732,76	+ 5,08	731,66	733,60	+18,48	+ 2,35	+12,9	+24,6	784	+ 32	570	950	...	..	var.	4,2	0,03	10,8	19,8	+ 1,8	142,4
6	731,00	+ 3,35	729,51	731,78	+18,95	+ 2,93	+13,1	+25,4	774	+ 20	580	930	...	..	N. 1	3,6	0,00	11,2	20,0	+ 2,0	142,2
7	730,18	+ 2,55	728,82	731,13	+19,45	+ 3,56	+13,8	+25,1	769	+ 12	620	930	...	..	N. 1	3,6	0,00	10,5	19,8	+ 1,9	142,2
8	729,79	+ 2,19	728,49	730,83	+20,30	+ 4,53	+14,0	+27,0	729	— 30	540	900	...	..	var.	2,1	0,00	10,5	19,7	+ 1,9	144,4
9	729,09	+ 1,51	727,69	730,04	+20,00	+ 4,36	+13,3	+27,4	759	— 3	560	970	...	..	N. 1	2,5	0,03	10,7	20,3	+ 2,5	145,0
10	729,35	+ 1,80	728,14	730,26	+20,18	+ 4,66	+13,3	+28,3	721	— 43	410	960	...	..	N. 1	2,9	0,03	11,0	20,5	+ 2,8	147,0
11	728,92	+ 1,40	727,57	730,67	+20,39	+ 5,00	+13,0	+30,2	674	— 93	330	980	...	..	var.	2,9	0,32	9,7	...	.....	146,5
12	727,45	— 0,04	725,74	728,42	+19,91	+ 4,66	+12,5	+30,2	662	—107	350	980	...	..	SSW. 1	3,6	0,68	6,3	21,2	+ 3,7	145,5
13	728,96	+ 1,50	727,08	731,45	+18,56	+ 3,44	+12,7	+25,3	708	— 64	500	960	...	..	N. 1	6,1	0,50	7,2	20,9	+ 3,4	146,0
14	732,45	+ 5,02	731,35	733,70	+17,87	+ 2,89	+11,8	+24,2	692	— 82	360	970	...	..	NNE. 1	8,8	0,32	10,3	20,4	+ 3,0	146,1
15	734,30	+ 6,90	733,07	735,25	+17,44	+ 2,59	+10,9	+24,0	685	— 91	440	960	...	..	N. 1	5,4	0,00	10,0	20,4	+ 3,1	145,8
16	733,41	+ 6,04	731,56	734,90	+16,95	+ 2,24	+11,1	+23,5	741	— 38	490	960	...	..	N. 1	3,6	0,00	10,3	20,1	+ 2,9	144,1
17	731,22	+ 3,88	729,62	732,46	+17,90	+ 3,34	+11,3	+24,2	754	— 27	560	980	...	..	N. 1	2,5	0,05	10,1	20,3	+ 3,2	143,5
18	730,03	+ 2,72	728,04	731,01	+19,96	+ 5,54	+12,5	+29,2	661	—122	350	980	...	..	var.	5,4	0,13	10,5	...	.....	145,0
19	731,46	+ 4,19	730,50	732,78	+18,19	+ 3,91	+14,5	+22,1	654	—131	490	890	...	..	NNE. 1	9,0	0,55	4,7	20,1	+ 3,2	143,8
20	730,29	+ 3,05	728,63	731,60	+14,96	+ 0,83	+ 9,1	+22,0	684	—103	400	970	...	..	NNE. 1	7,3	0,02	10,4	19,8	+ 3,0	143,2
21	728,88	+ 1,67	727,27	730,19	+14,61	+ 0,63	+ 7,8	+22,4	759	— 31	550	970	...	..	N. 1	2,9	0,02	10,2	19,8	+ 3,1	142,0
22	728,18	+ 1,00	726,76	729,31	+15,84	+ 2,01	+ 9,4	+23,8	780	— 12	540	980	...	..	var.	2,9	0,47	9,9	19,5	+ 2,9	140,7
23	726,73	— 0,41	724,85	727,96	+16,95	+ 3,27	+11,0	+24,2	740	— 54	490	980	...	..	N. 1	5,8	0,52	8,6	19,6	+ 3,1	141,0
24	724,89	— 2,22	723,66	726,17	+13,67	+ 0,15	+10,1	+18,0	724	— 71	620	850	...	..	NNE. 1	9,6	0,22	8,1	19,5	+ 3,1	142,5
25	724,50	— 2,57	723,53	725,38	+12,25	— 1,12	+ 7,0	+18,0	727	— 70	530	970	...	..	NNE. 1	7,3	0,05	10,2	...	.....	144,0
26	725,05	— 1,99	723,68	726,47	+11,48	— 1,73	+ 4,9	+18,5	780	— 19	550	990	...	..	N. 1	3,6	0,13	9,1	18,8	+ 2,6	142,0
27	723,81	— 3,19	722,48	724,70	+14,04	+ 0,99	+ 8,5	+20,8	776	— 25	610	950	...	..	NNE. 1	3,3	0,88	4,3	18,4	+ 2,3	140,6
28	724,32	— 2,65	722,11	727,24	+13,59	+ 0,70	+10,1	+16,8	788	— 25	630	990	16,1	16	var.	6,1	1,00	...	18,8	+ 2,8	142,7
29	725,91	— 1,02	724,85	727,23	+12,08	— 0,65	+ 9,2	+15,2	672	—132	470	850	...	..	NNE. 2	15,8	0,72	4,1	18,2	+ 2,3	144,2
30	721,90	— 5,00	719,15	724,85	+11,36	— 1,21	+ 6,3	+19,0	791	— 14	540	950	3,8	2	SSW. 1	5,0	0,72	4,9	17,7	+ 1,9	143,9
Mois	729,35	+ 1,72			+16,65	+ 1,99			734	— 36						5,71	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	732.09	732.07	732.41	732.49	731.69	730.83	730.97	731.80
2e »	730.74	730.91	731.67	731.72	730.75	729.76	730.26	730.96
3e »	726.06	725.83	726.09	725.97	724.98	724.26	724.82	725.32
Mois	729.63	729.60	730.05	730.06	729.14	728.28	728.68	729.36

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 14.55	+ 12.96	+ 14.32	+ 19.84	+ 22.55	+ 22.92	+ 20.71	+ 17.40
2e »	+ 14.63	+ 12.64	+ 13.59	+ 19.91	+ 23.27	+ 24.17	+ 20.48	+ 17.02
3e »	+ 11.10	+ 9.67	+ 9.99	+ 15.20	+ 17.37	+ 17.63	+ 15.18	+ 12.55
Mois	+ 13.43	+ 11.76	+ 12.63	+ 18.32	+ 21.06	+ 21.57	+ 18.79	+ 15.66

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	882	922	853	672	586	584	698	778
2e »	888	963	834	613	498	435	589	712
3e »	886	925	860	690	610	634	710	787
Mois	885	937	849	658	565	551	666	759

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°	°		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+12.32	+ 24.41	+ 19.71	0.13	102.5	5.44	...	142.98
2e »	+11.94	+ 25.49	+ 20.40	0.26	89.5	5.46	...	144.95
3e »	+ 8.43	+ 19.67	+ 18.92	0.40	69.4	6.23	19.9	142.36
Mois	+10.90	+ 23.19	+ 19.65	0.29	261.4	5.71	19.9	143.43

Dans ce mois l'air a été calme 41,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 11,55 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 13°,1 E et son intensité est égale à 54,1 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1898.

Le 1er, brouillard à 7 h. du matin et à 7 h. du soir.
11, brouillard depuis 7 h. du soir.
13, brouillard depuis 7 h. du soir.
19, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
26, brouillard à 10 h. du soir.
27, neige à 7 h. du matin ; brouillard depuis 1 h. du soir.
28, brouillard de 7 h. du matin à 1 h. du soir et à 7 h. du soir ; pluie à 4 h. du soir ; neige à 10 h. du soir ; forte bise depuis 7 h. du soir.
29, brouillard de 7 h. du matin à 4 h. du soir.
30, brouillard depuis 4 h. du soir ; fort vent depuis 1 h. à 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	571.40	Le 1er à 7 h. matin	569 75
5 à minuit	574,95	3 à 6 h. matin	574.50
10 à 10 h. soir	573,26	7 à 5 h. matin	572.90
13 à 11 h. soir	571,40	8 à 4 h. soir	573.05
15 à 11 h. soir	575,20	13 à 4 h. matin	569,30
21 à minuit	569,90	16 à 5 h. soir	574,25
22 à 1 h. soir	570,39	25 à 7 h. matin	563.55
25 à 11 h. soir	565,35	26 à 1 h. matin	565,35
27 à 1 h matin	566.50	30 à 10 h. soir	559,50
30 à 1 h. matin	562.60		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm.	mm.			
1	570.47	+ 2.32	569.75	571.40	+ 4.70	— 0.38	+ 2.0	+ 7.2	.....	.....	....	NE. 1	0.38
2	572.87	+ 4.77	571.45	574.40	+ 6.63	+ 1.64	+ 2.2	+ 9.5	.....	.....	....	NE. 1	0.02
3	574.66	+ 6.62	574.50	574.95	+ 7.85	+ 2.95	+ 5.0	+10.7	.....	.....	....	NE. 1	0.00
4	574.70	+ 6.72	574.40	574.95	+ 9.83	+ 5.02	+ 4.6	+16.4	.....	.....	....	NE. 1	0.00
5	574.28	+ 6.36	573.60	574.95	+11.18	+ 6.46	+ 8.7	+17.8	.....	.....	....	NE. 1	0.00
6	573.30	+ 5.44	573.09	573.60	+11.27	+ 6.65	+ 4.2	+18.7	.....	.....	....	NE. 1	0.02
7	573.13	+ 5.34	572.90	573.50	+11.28	+ 6.76	+ 8.4	+14.6	.....	.....	....	NE. 1	0.00
8	573.26	+ 5.54	573.05	573.60	+11.92	+ 7.50	+ 8.8	+15.7	.....	.....	....	NE. 1	0.00
9	572.86	+ 5.21	572.40	573.55	+11.25	+ 6.93	+ 8.0	+14.7	.....	.....	....	SW. 1	0.02
10	572.91	+ 5.33	572.60	573.26	+11.22	+ 7.01	+ 9.0	+14.4	.....	.....	....	NE. 1	0.05
11	572.74	+ 5.23	572.32	573.30	+ 9.03	+ 4.93	+ 9.0	+14.7	.....	.....	....	SW. 1	0.58
12	570.17	+ 2.73	569.32	572.00	+ 8.37	+ 4.38	+ 5.7	+10.8	.....	.....	....	var.	0.15
13	570.24	+ 2.87	569.30	571.40	+ 6.73	+ 2.85	+ 4.6	+10.5	.....	.....	....	NE. 1	0.57
14	572.54	+ 5.24	571.50	573.90	+ 6.68	+ 2.92	+ 3.2	+ 9.8	.....	.....	....	NE. 1	0.00
15	574.71	+ 7.49	574.00	575.20	+ 9.47	+ 5.53	+ 6.2	+12.4	.....	.....	....	NE. 1	0.00
16	574.56	+ 7.42	574.25	575.10	+ 9.83	+ 6.31	+ 6.3	+14.2	.....	.....	....	NE. 1	0.00
17	573.51	+ 6.45	573.07	574.25	+ 7.92	+ 4.52	+ 5.2	+11.5	.....	.....	....	NE. 1	0.00
18	572.27	+ 5.29	571.70	573.27	+ 8.32	+ 5.05	+ 4.7	+12.1	.....	.....	....	NE. 1	0.00
19	571.00	+ 4.10	570.35	571.70	+ 5.62	+ 2.47	+ 4.7	+ 8.5	.....	.....	....	NE. 1	0.82
20	569.68	+ 2.86	569.20	570.30	+ 5.68	+ 2.66	+ 1.7	+ 9.4	.....	.....	....	NE. 1	0.08
21	569.49	+ 2.75	569.04	569.90	+ 6.60	+ 3.71	+ 3.2	+10.0	.....	.....	....	NE. 1	0.02
22	569.48	+ 2.83	569.00	570.39	+ 6.67	+ 3.91	+ 3.9	+10.2	.....	.....	....	NE. 1	0.02
23	568.11	+ 1.55	567.00	569.30	+ 5.58	+ 2.95	+ 4.1	+ 8.8	.....	.....	....	NE. 1	0.23
24	565.14	— 1.34	564.20	567.00	+ 5.43	+ 2.93	+ 2.9	+ 9.2	.....	.....	....	NE. 1	0.02
25	564.27	— 2.13	563.55	565.35	+ 5.88	+ 3.52	+ 2.3	+ 8.7	.....	.....	....	NE. 1	0.00
26	565.71	— 0.60	565.35	566.25	+ 5.57	+ 3.35	+ 2.7	+ 9.9	.....	.....	....	SW. 1	0.20
27	565.70	— 0.52	564.70	566.50	+ 3.40	+ 1.32	+ 1.4	+ 5.4	.....	.....	....	SW. 1	0.98
28	563.38	— 2.75	562.83	564.60	+ 0.97	— 0.97	— 2.3	+ 5.7	.....	10,0	....	NE. 1	1.00
29	562.81	— 3.23	562.50	563.10	— 1.60	— 3.40	— 3.1	+ 0.7	.....	.....	....	NE. 1	0.88
30	560.93	— 5.02	559.50	562.60	+ 1.62	— 0.04	— 1.5	+ 5.2	.....	.....	....	SW. 2	0.68
Mois	570.29	+ 2.84			+ 7.15	+ 3.83							0 22

Dans le résumé du mois précédent, on a mis par erreur les mm. d'eau tombée dans la colonne des cm. de neige.

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	573,27	573,09	573,03	573,20	573,19	573,21	573,40	573,55
2e » ...	572,46	572,08	572,02	572,28	571,99	571,96	572,11	572,22
3e » ...	566,12	565,71	565,50	565,61	565,41	565,23	565,23	565,18
Mois	570,62	570,29	570,19	570,37	570,20	570,14	570,25	570,31

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	+ 8,66	+ 11,89	+ 12,65	+ 11,35	+ 9,24	+ 8,61
2e » ...	+ 6,93	+ 9,57	+ 10,67	+ 9,32	+ 7,66	+ 6,38
3e » ...	+ 3,75	+ 5,20	+ 6,65	+ 5,88	+ 3,68	+ 3,03
Mois	+ 6,45	+ 8,89	+ 9,99	+ 8,85	+ 6,86	+ 6,01

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	cm
1re décade...	+ 6,09	+ 13,97	0,05	....	....
2e » ...	+ 5,13	+ 11,39	0,22	....	....
3e » ...	+ 1,36	+ 7,38	0,40	10,0	....
Mois	+ 4,19	+ 10,91	0,22	10,0	....

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 3,74 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 59,4 sur 100.

PHÉNOMÈNES INTÉRESSANTS
CONSTATÉS PENDANT L'ÉCLIPSE DE LUNE
du 3 juillet 1898

PAR

Ch. DUFOUR,
Professeur à Morges.

Communiqué à la section de mathématiques, d'astronomie et de physique de la Société helvétique des Sciences naturelles dans sa séance du 2 août 1898.

L'éclipse de Lune du 3 juillet 1898 a été presque totale, puisque au moment de la plus grande phase les 0,933 du diamètre de notre satellite étaient cachés, il ne resta visible que les 0,067 ; et cette faible quantité, située dans la partie australe de la lune, était si profondément plongée dans la pénombre de la terre que sa lumière était fort atténuée.

Voici le moment des phases principales de cette éclipse en temps moyen de Greenwich :

Commencement de l'éclipse à 7 h. 45 m. 51 s.

Plus grande phase à 9 h. 17 m. 27 s.

Fin de l'éclipse 10 h. 45 m. 57 s.

Dans les régions entièrement éclipsées, on voyait bien la couleur d'un rouge sombre qui, dans la grande majorité des cas, se retrouve sur la Lune pendant les éclipses

totales. Cette couleur est due à quelques rayons du Soleil réfractés par l'atmosphère de la terre.

Cependant, on cite certains cas, très rares, autrefois on disait en moyenne une fois par siècle, où la Lune a disparu entièrement pendant ses éclipses totales. On attribuait ce fait aux nuages qu'il y avait dans notre atmosphère et qui interceptaient complètement les rayons du Soleil.

Je n'ai jamais cru à cette explication ; car il aurait fallu admettre l'existence de nuages à peu près sur toute la circonférence du grand cercle qui, sur la terre, séparait l'hémisphère éclairé de l'hémisphère sombre. Ensuite les nuages ne s'élèvent jamais très haut ; et au-dessus d'eux il resterait une portion de l'atmosphère suffisante pour renvoyer sur la Lune une lumière appréciable.

Mais ce phénomène si rare, s'est produit deux fois pendant l'année 1884, c'est-à-dire pendant toutes les éclipses totales de cette année là, observées la 1re au mois d'avril dans l'île de Java, la 2me au mois d'octobre en Europe. Et dans le XIXme siècle, il s'était déjà produit au moins une fois, en 1816.

Pour l'année 1884, il est facile d'expliquer l'opacité de l'atmosphère par l'éruption du Krakatoa le 26 août 1883, qui avait jeté dans l'atmosphère une quantité de poussière et de fumée suffisante pour recouvrir le globe entier. C'est ce qui produisit les magnifiques lueurs crépusculaires qui ont caractérisé le bel hiver de 1883 à 1884.

Ce trouble de l'atmosphère était reconnaissable à plusieurs phénomènes optiques, entre autres à ces cercles colorés que l'on vit autour du Soleil pendant plus d'une année, et qui étaient surtout apparents sur les montagnes ; au fait que pendant toute l'année 1884 il a été fort dif-

ficile de distinguer à l'œil nu les étoiles de 5me et 6me grandeur. Jamais je n'ai vu la lumière zodiacale aussi mal qu'au printemps de 1884. A la fin de l'année 1884, ce trouble avait diminué sans doute, mais il était loin d'être entièrement dissipé.

D'après les mesures que j'ai prises en décembre 1883 et dont j'ai rendu compte en 1885 dans les *Archives*; j'ai estimé que ces débris lancés dans notre atmosphère existaient encore à une hauteur de 70 kilomètres. L'illustre Helmholtz à Berlin avait trouvé a peu près la même chose, tandis que d'autres observateurs étaient arrivés à des résultats différents.

Admettons 70 kilomètres ; à cette hauteur la pression de l'atmosphère est réduite à $0^{mm},12$; et cela sans tenir compte du refroidissement de l'air, qui doit encore avoir pour conséquence de diminuer ce chiffre.

Par conséquent ce qui reste au-dessus est bien peu de choses, et l'on comprend que les rayons qui y sont réfractés n'arrivent plus en quantité appréciable sur la Lune.

Il peut sembler étrange que la quantité de fumée lancée par le Krakatoa et répandue sur tout le globe ait été suffisante pour altérer la transparence de l'air. Mais avec le charbon, il suffit d'une couche excessivement faible pour produire une opacité appréciable.

Pour avoir une idée de cette opacité, et pour savoir quelle épaisseur il faut pour arrêter les rayons du Soleil, j'ai fait quelques recherches avec mon collègue M. Brunner, professeur de chimie à l'Université de Lausanne. Nous avons pris 5 plaques de verre que nous avons pesées exactement, puis nous les recouvrions d'une légère couche de noir de fumée en les exposant un moment à la flamme du gaz, nous les pesions de nouveau ; et d'après

le poids de la couche de charbon déposée, il nous était possible de calculer l'épaisseur de celle-ci.

La plaque N° 1 fut très légèrement enfumée, elle était très faiblement opaque, l'épaisseur du charbon était de $0^{mm},00003$.

La plaque N° 2 fut enfumée un peu plus ; son opacité était plus prononcée, la couche de charbon était épaisse de $0^{mm},00005$, ou $^1/_{20000}$ de millimètre.

La plaque N° 3 fut enfumée plus fortement. A travers cette plaque on distinguait encore les objets terrestres, mais ce n'aurait pas été suffisant pour oberver le Soleil, l'épaisseur du charbon était de $0^{mm},00010$.

La plaque N° 4 fut rendue encore plus opaque. En regardant au travers, on ne pouvait plus distinguer les objets terrestres, mais on voyait très bien le disque du Soleil sans aucune fatigue pour l'œil. Un verre pareil serait excellent pour observer les éclipses de Soleil, l'épaisseur du charbon était de $0^{mm},00049$, ou $^1/_{2040}$ de millimètre.

Enfin la plaque N° 5 fut encore plus fortement enfumée, l'épaisseur du charbon était de 0,001445, ou $^1/_{692}$ de mm. Avec cette plaque, par un ciel parfaitement clair, le 30 mai 1895 à 3 h. après midi, nous n'avons pas pu apercevoir la moindre trace du disque du Soleil.

D'ailleurs, pour reconnaître quelle petite quantité de charbon est nécessaire pour arrêter les rayons du Soleil, il n'y a qu'a voir ce qui se passe avec la fumée d'un bateau à vapeur. Cette fumée est suffisante pour atténuer à un haut degré les rayons solaires. Or s'il était possible de mettre cette fumée entre deux plaques de verre, on verrait que l'épaisseur de la lame de charbon ainsi formée, n'est pas de $^1/_{1200}$ de mm. C'est ce dont il est facile

de s'assurer, en comparant avec l'étendue de ce nuage de fumée, la quantité de houille brûlée sous les chaudières du bateau.

On voit donc que la disparition de la Lune en 1884, peut fort bien avoir été produite par la fumée qui restait dans l'atmosphère depuis la catastrophe du mois d'août 1883. Ce qui rend ce fait probable, c'est que la disparition de la Lune en 1816, eut lieu dans l'année qui suivit la terrible éruption du volcan de l'ile Sumbava, près de Célébes, le 5 avril 1815. D'après le rapport d'un capitaine de vaisseau qui se trouvait à 60 milles du volcan, le premier jour l'obscurité était telle, qu'à 1 heure après midi, on ne pouvait voir ses doigts quand on mettait la main devant les yeux. Or pour produire cet effet et arrêter totalement les rayons du Soleil; il suffisait qu'il y eût dans l'air assez de fumée, pour produire une couche de charbon de $^1/_{700}$ de millimètre d'épaisseur.

Je crois donc que la raison. donnée jusqu'à présent, pour expliquer la disparition de la Lune pendant ses éclipses ne peut être conservée. Si la lumière du Soleil ne peut plus arriver sur la Lune, cela est dû, non pas aux nuages de notre atmosphère, mais au trouble qui y existe ensuite de quelques grandes éruptions volcaniques.

Pendant l'éclipse totale du 28 janvier 1888, la Lune avait repris la lumière rouge qu'elle a généralement; cela prouve que le trouble constaté en 1884 avait disparu, du moins en très grande partie. Mais il était intéressant de voir ce qui en serait en juillet 1898 ; car il semble que depuis 2 ou 3 ans l'atmosphère a de nouveau perdu un peu de sa transparence, qu'il y a toujours un certain hale. Ainsi, depuis 2 ans, il est rare de voir le Mont-Blanc assez dégagé de toute vapeur pour qu'il soit possi-

ble d'étudier la seconde coloration comme j'aurais aimé pouvoir le faire. Depuis longtemps je n'ai pas réussi, avec une très bonne lunette, à voir nettement à une distance de 30 et 40 kilomètres comme je pouvais le faire souvent autrefois. Il m'est revenu que ce fait n'était pas particulier à la Suisse. En différents points de l'Europe on l'a signalé aussi. Voilà pourquoi il me paraissait intéresssant de bien observer la surface éclipsée de la Lune le 3 juillet 1898, afin de voir s'il y avait une diminution de lumière, qui aurait révélé un trouble dans une grande partie de notre atmosphère. Or au moment de la plus grande phase, le disque lunaire était parfaitement visible sur toute son étendue. Cela prouve qu'en 1898, le trouble dont j'ai parlé était un phénomène local.

Mais en examinant avec soin ce disque lunaire, j'ai vu une autre chose à laquelle je ne m'attendais pas.

Vers le moment de la plus grande phase, et surtout à 9 h. 30 m., heure de Greenwich, je voyais dans la partie éclipsée, mais au-dessous du centre, une espèce d'assombrissement, ou si l'on veut une espèce de tache, un peu mobile parfaitement distincte des taches de la Lune qu'elle paraissait recouvrir. A 9 h. 10 m. cette tache, assez faible, ne dépassait pas le centre de la Lune. A 9 h. 20 m., elle avait bien dépassé le centre du côté du sud. A 9 h. 30 m., elle avait atteint son maximum, et touchait presque l'arc qui séparait la partie sombre de la partie éclairée. A 9 h. 35 m., cette tache avait diminué, elle était remontée presque au centre de la Lune. A 9 h. 45 m. elle était très peu sensible. A 9 h. 50 m. on n'en voyait presque plus rien, seulement quelques légers restes dans la partie septentrionale et occidentale de la Lune.

Cette tache n'a jamais paru entièrement noire ; c'était

seulement une diminution de la faible lumière qui émanait encore de la partie éclipsée de notre satellite.

Un de mes anciens élèves, M. Edouard de Perrot, pasteur à Ste-Croix, a vu aussi, près du moment de la plus grande phase, que les régions australes de la Lune paraissaient légèrement teintes en bleu, tandis que les régions plus profondément plongées dans l'ombre étaient un peu rougeâtres.

Y aurait-il trop de témérité, à attribuer cet assombrissement à l'ombre de quelques grandes montagnes de la terre, entre autres des Andes du Chili, surtout de la partie voisine du 40me de latitude sud?

En effet, à 9 h. 30 m., temps moyen, qui était 9 h. 26 m. temps vrai de Greenwich, le grand cercle qui séparait sur la terre, l'hémisphère éclairé de l'hémisphère sombre coupait :

le 10me	degré	de lat.	sud par	55° 47′	à l'ouest	de Greenwich
» 20me	»	»	»	60° 21′	»	»
» 30me	»	»	»	65° 38′	»	»
» 40me	»	»	»	72° 17′	»	»
» 50me	»	»	»	81° 48′	»	»

Pendant l'éclipse du 3 juillet 1898, c'était précisément cette partie méridionale du globe terrestre qui s'interposait entre la Lune et le Soleil. Et le grand cercle dont on vient de parler suivait les Andes sur une assez grande étendue. Or dans ces contrées les Andes sont fort élevées. Quelques sommets dépassent 6000 m. A cette altitude, le baromètre doit être à peu près à 358 mm. Ce calcul est fait en prenant simplement la formule barométrique renversée, sans avoir égard à la diminution de température quand on s'élève. Or pour ces régions australes, qui étaient alors au cœur de l'hiver, l'effet de la température

devait diminuer encore la pression atmosphérique dans les régions supérieures.

On voit donc que la couche d'air qu'il y avait au-dessus de ces sommets des Andes n'était pas la moitié de celle qui exerce sa pression au niveau de la mer; par conséquent la lumière qui y est réfractée devait être bien affaiblie; et il n'y a rien d'extraordinaire à ce que cet affaiblissement ait pu être constaté le 3 juillet, comme cela résulte de nos observations.

Si le 3 juillet 1898, à 9 h. 30 m. du soir, temps moyen de Greenwich, il y avait eu des habitants dans l'hémisphère austral de la Lune, ils auraient vu dans le ciel un grand cercle noir de 2° de diamètre, c'était la terre éclipsant le soleil ; et autour de ce cercle une couronne lumineuse large de 1′ à peu près, c'est-à-dire seulement, de la $^{1}/_{120}$ partie du disque sombre. Cette couronne aurait paru beaucoup plus brillante dans sa partie intérieure que dans sa partie extérieure; elle aurait été formée par l'atmosphère de la terre qui réfractait sur la Lune une partie de la lumière du Soleil.

Cette couronne lumineuse n'aurait pas paru également brillante dans toute l'étendue de sa circonférence. Elle l'aurait été beaucoup plus dans sa partie méridionale que dans sa partie septentrionale, parce que le Soleil n'aurait pas eu son centre derrière le centre de la terre, il aurait été placé, au contraire, d'une manière très excentrique ; tout près d'être visible du côté du sud, tandis que du côté du nord il aurait été très éloigné du bord du disque noir. C'est donc du côté du sud que la couronne aurait paru la plus fortement éclairée.

Mais sur cette bande, et précisément dans les régions où elle aurait été la plus brillante, on aurait vu dans les

régions inférieures une espèce de *scie* qui n'aurait été autre chose que le puissant relief des Andes. Si le Soleil avait été un point lumineux, comme une étoile, ou comme le foyer d'une lentille convexe, la forme des Andes elles-mêmes se serait parfaitement dessinée sur la Lune. Mais avec un luminaire tel que le Soleil, il ne pouvait rien y avoir de pareil, seulement un peu moins de lumière sur la Lune.

Vingt minutes plus tard ce phénomène avait disparu; parce qu'alors, sur la terre, au sud de l'Amérique, le grand cercle de séparation entre l'hémisphère éclairé et l'hémisphère sombre ne suivait plus les Andes sur une grande étendue, il les traversait près du 30e degré de latitude australe; de là s'avançait sur l'Océan pacifique à l'ouest du Chili, jusque vers le 50e de latitude sud qu'il coupait environ 9° à l'ouest du continent.

Ou en reprenant la supposition que j'ai faite il y a un instant, celle d'un habitant de la Lune qui aurait regardé l'éclipse du 3 juillet 1898. A 9 h. 50 m. il aurait cessé de voir les *dents de scie* formées par les Andes. Celles-ci, entraînées par la rotation de la terre, n'auraient plus été visibles. La couronne lumineuse aurait reparu dans toute sa largeur. La partie intérieure, la plus brillante, aurait redonné sa lumière; et elle aurait été terminée, à sa base, par un arc parfaitement régulier, ce serait la partie de l'Océan pacifique, sur laquelle aurait passé alors le grand cercle terrestre qui séparait l'hémisphère sombre de l'hémisphère éclairé.

Telles sont les raisons qui me font supposer, que l'ombre d'une partie de la grande chaîne de montagne américaine, a produit l'affaiblissement de lumière constaté sur la Lune pendant l'éclipse du 3 juillet 1898.

MÉTHODE

POUR

DÉTERMINER LA PUISSANCE

DANS

UN APPAREIL PARCOURU PAR DES COURANTS SINUSOÏDAUX DE FREQUENCE ELEVEE

PAR

C.-E. GUYE

Prof. agrégé à l'Ecole polytechnique de Zurich.

En 1891, MM. Ayrton et Sumpner ont doté l'électrotechnique d'une ingénieuse méthode permettant de déterminer la puissance consommée dans un appareil parcouru par des courants alternatifs quelle que soit d'ailleurs la forme de la tension ou du courant alternatif.

Cette méthode est désignée généralement sous le nom de méthode des trois voltmètres, parce que la puissance est déterminée par les indications de trois voltmètres alternatifs donnant les voltages efficaces V_1 V_2 V (fig. 1).

V_2 étant la tension aux bornes d'une résistance R dépourvue de self-induction, V_1 la tension aux bornes de l'appareil d'utilisation, V la tension aux bornes de l'ensemble des deux appareils.

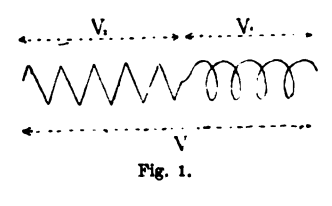


Fig. 1.

La puissance consommée dans l'appareil d'utilisation est alors donnée par l'expression

$$W = \frac{1}{2R} \left\{ V^2 - V_1^2 - V_2^2 \right\}$$

La démonstration de cette formule est trop connue pour être reproduite ici.

On a reproché à cette méthode son peu d'exactitude ; une petite erreur dans les lectures des voltmètres entraînant une erreur assez considérable sur la valeur de la puissance déduite de la formule. Cet inconvénient est, en réalité, en partie diminué par le fait que la plupart des voltmètres alternatifs (électromètres ou voltmètres caloriques) donnent des déviations qui, sans être rigoureusement proportionnelles au carré des voltages, croissent rapidement à mesure que le voltage s'élève et augmentent ainsi la sensibilité de la mesure.

Toutefois, pour effectuer des mesures dans de bonnes conditions, il faut se placer de manière à se trouver au maximum de sensibilité de la méthode, c'est-à-dire choisir V_1 et V_2 approximativement de même grandeur. C'est ce que montre la discussion de la formule.

Il en résulte donc, dans ce cas, *qu'il faut absorber autant, et si ce n'est plus d'énergie dans la résistance sans self-induction que dans l'appareil d'utilisation lui-même*, ce qui n'est pas toujours possible et, dans le cas de grandes puissances, nécessite des rhéostats encombrants.

Le même inconvénient est inhérent à la méthode dite des trois ampèremètres.

Cette considération m'a engagé à employer, dans un cas spécial, un dispositif qui ne présente pas cet inconvénient, mais qui, par contre, ne s'applique en toute rigueur qu'aux tensions et intensités alternatives sinusoïdales et de fréquence élevée.

Dans ce dispositif on substitue à la résistance R une bobine à grande self-induction L. Cette bobine comprend un petit nombre de spires de gros fil, son noyau est formé d'un faisceau de fil de fer doux de 0,2 à $0,3^{mm}$ de

diamètre. Dans le cas particulier des expériences, les courants de Foucault étaient totalement négligeables. La fréquence du courant employé variant de 800 à 2000 périodes, on obtenait le voltage V_2 nécessaire avec une faible induction magnétique du noyau et, par conséquent, les pertes par hystérésis étaient aussi réduites que possible; de cette façon on s'approchait autant que faire se pouvait d'un décalage de 90° entre la tension V_2 et le courant qui traversait la bobine[1].

Une construction graphique très simple permet alors de déterminer la puissance consommée dans l'appareil d'utilisation à l'aide des indications des trois voltmètres et de la connaissance du coefficient L_2 de la bobine.

Construisons, en effet, le triangle OAB ayant respectivement pour côtés $V V_1 V_2$ (fig. 2).

La tension v_2 est, à chaque instant, représentée par l'équation

$$v_2 = Ri + L\frac{di}{dt}$$

mais grâce à la fréquence élevée et à l'importance de la self-induction dans cette branche, cette expression se réduit à

$$v_2 = L\frac{di}{dt}$$

[1] Si l'on admet, ce qui d'ailleurs n'est qu'une approximation, que les pertes par hystérésis restent proportionnelles à la fréquence et à la puissance 1,6 de l'induction magnétique, il en résulte qu'à voltage V_2 égal, les pertes par hystérésis sont diminuées dans le rapport $\frac{n^{1.6}}{n}$ en employant une fréquence n fois plus grande. Quant aux pertes par courants de Foucault elles sont *à voltage égal* indépendantes de la fréquence ; puis que d'une part elles sont proportionnelles au carré de la fréquence et d'autre part au carré de l'induction magnétique. Or cette dernière *à voltage égal dans l'enroulement* est précisément inversément proportionnelle à la fréquence.

soit dans le cas d'un courant sinusoïdal $i = J \sin \omega t$

$$v_2 = \omega LJ \cos \omega t = \omega LJ \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

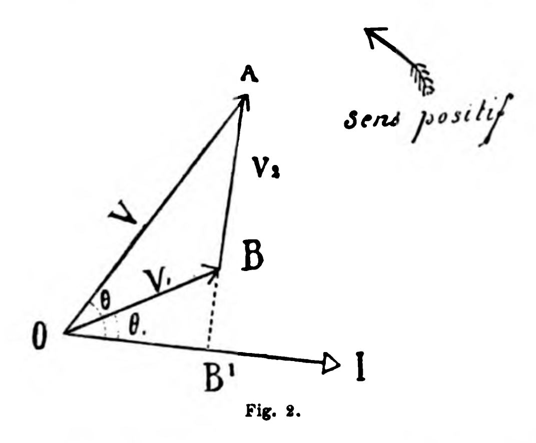


Fig. 2.

Cette dernière expression nous montre que la tension v_2 est décalée de $\frac{\pi}{2}$ en avant du courant, c'est-à-dire que la puissance consommée dans la bobine inductive est négligeable.

Si l'on veut représenter le courant sur le diagramme, il faudra mener un vecteur $\overline{OI} = \frac{V_2}{\omega L}$ perpendiculaire au vecteur $\overline{BA}$.

La puissance cherchée se déduit alors du diagramme

$$W_1 = \left\{ \begin{matrix} V_1 I \cos \theta_1 \\ V I \cos \theta \end{matrix} \right\} = \overline{OB^1} \times \overline{OI}.$$

On pourrait, d'une façon semblable, effectuer des mesures de puissance en employant un dispositif analogue à celui de la méthode dite des trois ampèremètres. Il suffirait de remplacer la dérivation sans self-induction

par une dérivation à grande self-induction L n'absorbant qu'une puissance négligeable.

Le schéma du dispositif serait alors représenté par la figure 3 et le diagramme fig. 4.

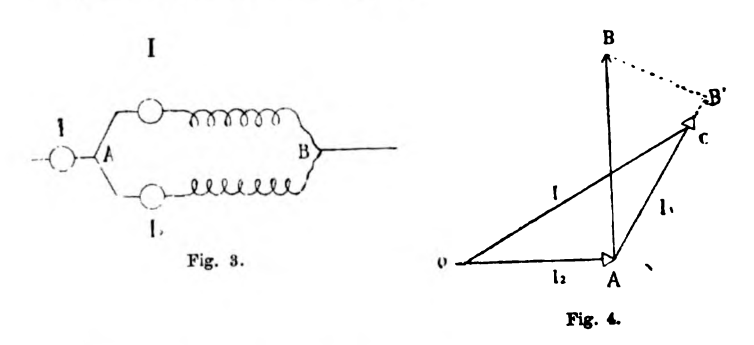


Fig. 3.

Fig. 4.

La tension E entre les points A et B étant nécessairement décalée de $\frac{\pi}{2}$ en avant de I_2 est représentée par le vecteur $\overline{AB} = E = \omega LI_2$.

La puissance consommée est alors

$$W_1 = \overline{AB^1} \times \overline{AC}$$

Comme il est aisé de le voir, cette méthode ne peut s'appliquer, en toute rigueur, que dans des cas spéciaux, c'est-à-dire lorsque les courants et les tensions alternatives peuvent être représentées par des fonctions sinusoïdales simples, de façon que les dérivées de ces fonctions restent elles-mêmes des fonctions sinusoïdales simples ou s'en écartent peu. Dans ce cas, la méthode a l'avantage de n'absorber qu'une puissance négligeable dans la résistance auxiliaire et avec les fréquences élevées n'exige que des appareils peu encombrants. C'est à ce titre qu'il m'a paru intéressant de la mentionner.

DESCRIPTION D'UN PHÉNOMÈNE

IMITANT

LES TACHES SOLAIRES

PAR

TH. LULLIN.

(Avec les planches III et IV.)

Dans le courant de mes recherches relatives à la chute d'une goutte d'eau (*Archives,* mars 1895), j'ai constaté que lorsqu'une masse liquide se brise à la rencontre d'une surface plane sur laquelle est étendu un liquide visqueux, ce dernier prend, autour du point de chute, des formes tout à fait comparables à celles que présentent généralement les taches solaires.

Ces analogies sont-elles purement fortuites? Sont-elles au contraire de nature à apporter quelque indication nouvelle sur l'origine des taches solaires? Je ne saurais le dire, et dans mon incompétence à résoudre cette question, je me bornerai à citer un certain nombre de faits qui m'ont paru intéressants, en y ajoutant quelques brèves remarques.

Le procédé que j'emploie consiste à faire tomber de l'eau sur une plaque de verre à la surface de laquelle est étalé un liquide visqueux; pour rendre le phénomène

bien visible je choisis un verre de couleur foncée. Comme substance visqueuse, je me sers de sulfate de baryte en poudre délayé dans de l'eau; la couche de sulfate doit être bien homogène et étendue d'une manière uniforme. J'ajouterai que l'apparence des empreintes varie beaucoup suivant l'épaisseur de la couche et son degré de viscosité; mais une observation attentive montre que leurs caractères fondamentaux restent très constants.

L'eau peut être répandue sur la plaque au moyen d'un entonnoir allongé, dont l'extrémité inférieure est séparée de la couche visqueuse par un espace de 10 à 15 centimètres. Lorsqu'on veut étudier l'effet produit par plusieurs chutes successives, il est préférable de faire tomber l'eau goutte à goutte sur la plaque, d'une hauteur de 40 centimètres environ.

Tache simple.

La figure ci-jointe, empruntée à Secchi, représente une tache solaire, dans sa forme la plus simple (Pl. IV, fig. 9). On y distingue une zone centrale obscure entourée d'une auréole de rayons lumineux divergents, séparés les uns des autres par un intervalle obscur. L'espace occupé par les rayons, appelé la *Pénombre*, constitue un des phénomènes les plus caractéristiques des taches solaires. Les rayons qui entourent le noyau central sont rarement droits, quelquefois ils sont enchevêtrés les uns dans les autres et présentent un aspect broussailleux (Young). Souvent, sur le bord interne de la pénombre on distingue un anneau qui paraît provenir d'une accumulation de matière lumineuse. Je signalerai aussi comme caractère intéressant, l'accumulation de matière lumineuse, fré-

quemment observée dans la zone solaire qui circonscrit une tache.

Il suffira je crois d'un coup d'œil jeté sur les figures ci-jointes pour y reconnaître les principaux caractères que je viens d'énumérer (Pl. III, fig. 1, 4 et 5).

L'empreinte (fig. 1) a été obtenue par la chute d'une seule goutte d'eau, tandis que la figure 4 provient de la chute de quelques centimètres cubes du même liquide, répandus en une fois sur la plaque au moyen d'un entonnoir.

Quant à l'empreinte (fig. 5), elle résulte de plusieurs chutes d'eau tombant goutte à goutte en un même point. On y distingue, sur le bord intérieur de la pénombre, l'anneau formé par la juxtaposition des rayons au point de leur moindre écartement; c'est-à-dire sur le bord de la partie centrale dénudée. Cet anneau ne se dessine qu'après un certain nombre de chutes.

L'empreinte (fig. 2) a été produite en laissant sécher la couche visqueuse sur le verre pendant un certain temps avant d'y faire tomber les gouttes d'eau. On remarquera d'après cet exemple combien le degré de cohésion de la matière visqueuse influe sur l'apparence des empreintes.

Taches n'ayant de pénombre que d'un seul côté.

« Très souvent une grande tache est suivie sur le bord oriental du soleil par une suite d'autres plus petites, en pareil cas, un grand nombre de celles-ci ont souvent une structure très imparfaite, quelquefois elles ne présentent pas d'ombre, souvent elles n'ont de pénombre que d'un seul côté et ordinairement elles offrent une forme irrégulière » (Young).

Grâce à l'extrême obligeance de MM. les prof. A. Wolfer et R. Gautier, j'ai pu examiner de nombreuses figures représentant des taches solaires, mais il m'a été impossible de découvrir une tache ne possédant de pénombre que d'un seul côté et montrant une forme quelque peu régulière. Ces taches ont en général leur noyau obscur traversé par des bandes lumineuses ou *ponts*, dont la largeur dépasse celle des filaments de la pénombre ; le plus souvent ce noyau central est de forme allongée. La figure 6[1], reproduction d'un dessin de A. Ricco, donne, quoique assez imparfaite, une idée de ces taches étalées en éventail.

Pour obtenir une empreinte rappelant ce genre de taches, il faut faire arriver l'eau obliquement sur la plaque au moyen d'un conduit paraffiné (Pl. IV, fig. 7). Quant on élève de quelques centimètres l'extrémité du conduit au-dessus de la couche visqueuse, la dernière partie du liquide tombe verticalement et dessine une *queue* à la suite de l'empreinte principale (fig. 8).

Enfin, lorsque dans le but d'étaler le liquide, on donne à l'embouchure du conduit une forme évasée, la chute se divise et produit plusieurs empreintes séparées les unes des autres par des ponts, dont l'apparence ne me paraît pas sans quelque analogie avec ceux que présentent quelquefois certaines taches solaires (Pl. III, fig. 3).

Fusion de deux taches.

Il arrive souvent que deux taches solaires voisines se fusionnent en une seule, ou qu'une tache unique se di-

[1] *Memorie della Societa degli spettroscopisti Italiani*, Vol. X, pl. CXXXVIII, 1881.

vise en deux autres. Secchi signale aussi le fait que deux taches voisines semblent se repousser, et qu'il se produit entre elles une accumulation de matière lumineuse.

Pour produire sur la plaque de verre des phénomènes analogues, il faudrait pouvoir diviser une chute d'eau en deux autres, ou réunir en une seule deux chutes distinctes. L'expérience présentant certaines difficultés, je me suis borné à produire une empreinte empiétant sur une autre empreinte déjà formée. S'il était possible de rapprocher progressivement les deux points de chute jusqu'à les confondre, il est évident que les deux taches se superposant, la fusion serait complète, et que si la chute durait quelque temps, toute trace de la seconde empreinte finirait par disparaître (Pl. IV, fig. 13).

Quant à l'accumulation de matière lumineuse qui se produit entre deux taches solaires voisines, elle se comprend d'elle-même, et je n'ai pas cru nécessaire de reproduire ici une figure analogue.

Taches allongées.

Parmi les déformations les plus fréquentes observées dans les divers groupes de taches, je citerai le cas où l'on voit une raie obscure plus ou moins incurvée, dont les bords sont frangés par la pénétration dans la matière lumineuse de dentelures obscures, séparées par des languettes lumineuses. Ces raies obscures sont quelquefois coupées, de distance en distance, par des bandes étroites de matière lumineuse. D'autres fois, au lieu de former le pont complet, ces bandes lumineuses pénètrent dans la raie obscure sous forme d'éperons plus ou moins symétriques. Dans certains groupes de taches, ces raies obscures mon-

trent une tendance manifeste à se développer parallèlement les unes aux autres (fig. 11, Secchi).

Pour obtenir une empreinte rappelant ces bandes obscures, il faut faire avancer lentement la plaque de verre sous une série de chutes émergeant d'un point fixe. On arriverait naturellement au même résultat, en maintenant la plaque immobile et en déplaçant le point de chute. Les «Ponts» se forment lorsque l'espace parcouru par la plaque entre deux chutes est suffisant; les « Éperons » ont une origine analogue (fig. 12). J'ajouterai que ce phénomène constitue, en quelque sorte, le « dédoublement » d'une empreinte en deux autres.

Tourbillons.

A côté des taches proprement dites, certains groupes montrent de véritables tourbillons au centre desquels tournoie la matière lumineuse (Secchi, fig. 22). Ce phénomène, qui me paraît tout à fait distinct des taches ordinaires, peut être attribué à une foule de causes. Il doit en particulier se produire, lorsque deux chutes obliques et persistantes, dirigées en sens inverse, atteignent la surface en deux points voisins l'un de l'autre; la zone comprise entre ces deux points doit, en effet, acquérir dans ces conditions un mouvement tourbillonnaire.

Il est impossible de produire un fait analogue dans une couche visqueuse; par contre, l'expérience réussirait facilement en opérant sur une surface liquide recouverte de lycopode.

En terminant ce rapide exposé de mes expériences je dois encore rappeler que M. le prof. H. Gosse, dans le

cours de recherches médico-légales [1], a observé les empreintes formées par l'étalement des gaz à la sortie d'un canon de fusil, lorsqu'on décharge ce dernier contre une surface plane. Il a remarqué que, dans certaines circonstances, cet étalement présente de grandes analogies avec celui des liquides.

Les figures 10 et 14, empruntées au mémoire de M. Gosse montrent nettement l'anneau, on y constate également l'existence des rayons. La distance de l'extrémité du canon de fusil à la surface brisante était de 6 centimètres (fig. 10) et 7 centimètres (fig. 14).

Cette observation présente un grand intérêt, étant donné qu'à la surface solaire la matière est, selon toute probabilité, à l'état gazeux.

Si l'on voulait, à titre de pure supposition, tirer de ces expériences quelques déductions relatives aux phénomènes solaires, il faudrait admettre qu'une tache résulte d'une chute de matière à la surface du soleil, et qu'en outre elle survit pendant un certain temps à la chute qui l'a produite.

Chaque tache aurait ainsi sa phase de formation, dont la durée égale celle de la chute. Une fois formée, la tache subsiste inaltérée pendant un temps plus ou moins long; elle se déforme ensuite progressivement et disparaît, tandis que la surface solaire reprend son aspect primitif. C'est probablement pendant cette dernière phase que les taches subissent certaines déformations, allongements, torsions ou autres perturbations, inhérentes à la matière solaire au sein de laquelle elles se sont développées.

Cette hypothèse, qui ne me paraît pas contraire aux

[1] Notes médico-légales, br., in-4° Genève. Georg, 1896.

faits révélés par l'observation, rendrait compte de l'apparence rayonnée des taches avec ou sans anneau, et de l'accumulation de matière lumineuse observée sur leur pourtour extérieur.

Je citerai aussi, comme pouvant être expliqués par la même hypothèse, les taches allongées, le dédoublement de certaines taches, leur alignement, signalé dans quelques groupes, et enfin les queues suivant quelquefois des taches à pénombre complète. Tous ces phénomènes pourraient en effet s'expliquer par une série de chutes émanant d'un point fixe, et se produisant dans une zone solaire entraînée par un courant. La supposition inverse, c'est-à-dire celle d'une série de chutes se déplaçant dans une zone solaire immobile pourrait également être adoptée.

On remarquera que mes expériences ne montrent aucun fait comparable à la dernière phase d'une tache. Contrairement à ce qui se passe pour la matière solaire, les poussières répandues sur la plaque n'ont en effet, une fois déplacées, aucune tendance à reprendre leur état primitif. Une remarque analogue pourrait être faite relativement à la dépression centrale des taches qui exigerait, pour être reproduite, l'emploi d'une matière plastique au lieu de verre.

Quoiqu'il en soit de ces suppositions et du degré de probabilité qu'il convient de leur attribuer, il m'a paru intéressant de constater qu'il existe certaines analogies entre les formes des taches solaires, et celles que prend une masse liquide ou gazeuse, lorsqu'elle se brise à la rencontre d'un milieu plus résistant.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1897

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER
Professeur

De 1881 à 1896 les Résumés météorologiques annuels pour Genève et le Grand Saint-Bernard ont été faits par le regretté ARTHUR KAMMERMANN, astronome à l'Observatoire de Genève. Les *Archives* ont consacré quelques lignes à sa mémoire dans le numéro de janvier 1898 (t. V, p. 104). Sans vouloir revenir sur tous les détails de la carrière de cet homme distingué, enlevé jeune encore après une activité fructueuse de seize années à l'Observatoire, je désire rappeler ici ses principaux titres scientifiques et son œuvre comme collaborateur aux *Archives*.

Kammermann a eu la responsabilité du service météorologique à l'Observatoire dès la mort d'Emile Plantamour. Il a établi, durant ces seize années, non seulement les résumés annuels, mais aussi les tableaux mensuels des observations météorologiques pour Genève et le Grand Saint-Bernard, que les *Archives* publient, mois après mois, depuis l'origine de cette publication. Mais ce travail con-

sidérable, très minutieux, quoique un peu mécanique, ne pouvait suffire à son auteur.

Météorologiste distingué et très au courant des progrès que la science du temps a faits dans ces dernières années, Kammermann s'est plus spécialement voué à l'étude de quelques problèmes spéciaux. Un de ceux qui l'ont le plus préoccupé est celui de la prévision des gelées nocturnes au printemps. Je ne veux pas répéter ici ce que je disais dans la notice nécrologique insérée dans le rapport du Président de la Société de Physique de l'année dernière; je voudrais seulement rappeler que la note publiée par lui en 1885 dans les *Archives* (t. XIV, p. 425) sous le titre de « Le thermomètre à boule mouillée et son emploi pour la prévision du temps », donnait une solution simple du problème posé, avec une approximation très suffisante. J'ajoute encore que la plupart des améliorations apportées durant ces dernières années au service météorologique de l'Observatoire ont été introduites sur l'intelligente initiative de Kammermann.

Dans le domaine de l'astronomie, il a fait un grand nombre d'observations intéressantes, et les notes fournies par lui aux *Archives* (de 1885 à 1892) donnent une idée de la précision de ses observations et de l'esprit chercheur qu'il appliquait à tous les travaux dont il avait à s'occuper. Le service chronométrique, auquel il a aussi collaboré durant toute sa présence à l'Observatoire, a, comme les autres services, bénéficié de ses connaissances théoriques et pratiques et de son exactitude comme observateur.

Dans les derniers mois de sa vie, en septembre et en octobre 1897, il avait commencé à collationner les chiffres en vue du résumé météorologique qui se publie aujourd'hui. Plusieurs des tableaux des pages suivantes

ont été en partie calculés et préparés par lui. Je me suis borné à les compléter et à ajouter ceux qu'il n'avait pas établis, de sorte que ce travail est, en quelque sorte, une œuvre collective que je dédie, comme un hommage de reconnaissance, à la mémoire de mon regretté collaborateur *A. Kammermann.*

Le *Résumé météorologique* aura la même forme que ceux des années précédentes. Je me suis seulement attaché à le rendre aussi concis que possible et me bornerai à faire ressortir, dans le texte, les faits principaux et les anomalies remarquables.

Comme précédemment, le résumé est précédé d'une courte *introduction* générale, suivie d'une étude des différents éléments météorologiques durant l'année 1897 à Genève et au Grand Saint-Bernard, dans l'ordre accoutumé: *Température, pression atmosphérique, humidité de l'air, vents, pluie et neige, nébulosité,* auxquels s'ajoute un élément nouveau, la *durée d'insolation,* observé à l'Observatoire depuis décembre 1896.

INTRODUCTION.

A l'*Observatoire de Genève,* les observations météorologiques directes, se font, comme précédemment, de trois en trois heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Les instruments enregistreurs fournissent en outre les valeurs de la plupart des éléments météorologiques à 1 h. et à 4 h. du matin. Les moyennes diurnes de ces éléments reposent donc sur *huit* observations trihoraires. Une observation directe supplémentaire se fait en outre à 9 heures du soir, pour rattacher Genève au *réseau*

suisse, pour lequel les observations se font trois fois par jour, à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir. Cette observation de 9 h. n'est pas utilisée dans les résumés genevois, mais elle est publiée chaque mois par les soins du Bureau météorologique central de Zurich.

Au *Grand Saint-Bernard*, les observations sont faites par les religieux, sous la surveillance de M. le prieur Frossard. Elles ont lieu six fois par jour, en général aux mêmes heures qu'à Genève; l'observation de 7 h. du matin pour la température se fait cependant à des heures variables dans le courant de l'année : au mois de décembre 1896, elle s'est faite à 5 h. du matin; du mois de janvier au mois de mai 1897 inclusivement, elle s'est faite à 7 h. du matin; et du mois de juin au mois de novembre inclusivement, elle s'est faite à 5 h. et demie du matin.

On a obvié à cette regrettable variabilité d'instant, en continuant à se servir du mode d'interpolation graphique exposé dans le résumé météorologique de 1884. Cette méthode fournit en effet une valeur approchée de la température moyenne vraie à 7 h. du matin, ainsi que des températures de 1 h. et de 4 h. du matin. Pour ces deux heures de nuit, les valeurs de la pression atmosphérique seules sont relevées chaque jour sur un appareil enregistreur.

L'observation de 9 h. du soir ne se fait pas au Grand Saint-Bernard.

Les *valeurs normales* des différents éléments météorologiques sont empruntées, pour *Genève*, aux « Nouvelles études sur le climat de Genève » d'Emile Plantamour, qui utilisent toutes les observations faites jusqu'en 1875. Pour les raisons indiquées par Kammermann dans le

« Résumé » de l'année 1896, je ne me suis pas encore servi des *nouvelles moyennes météorologiques* pour Genève, publiées dans les *Archives* au commencement de l'année 1897 (t. III, p. 5 et p. 101).

Pour le *Grand Saint-Bernard*, les valeurs normales sont fournies par les moyennes des 27 années, 1841-1867, calculées par E. Plantamour.

Toutes les *moyennes* ou *sommes* annuelles se rapportent comme précédemment à *l'année météorologique* qui s'étend de décembre 1896 à novembre 1897 et qui est préférable au point de vue climatologique, parce qu'elle permet le groupement des mois en quatre saisons. Une exception seulement a été faite pour le tableau des températures de cinq en cinq jours; les principales moyennes sont également fournies, dans le texte, pour *l'année civile.*

Les *observations météorologiques* ont toutes été faites à L'HEURE LOCALE, seule indiquée. Pour la transformer en temps de l'Europe centrale, il faut ajouter 35 minutes aux observations de Genève et 30 minutes à celles du Grand Saint-Bernard.

I. TEMPÉRATURE.

Genève. — Comme le résumé de 1896 l'annonçait, les anciens thermomètres à renversement de Negretti et Zambra ne sont plus utilisés pour la détermination des *températures de nuit à 1 h. et à 4 h. du matin.* Dès le mois de décembre 1896, les indications pour ces deux instants ont été fournies par un *thermographe grand modèle de M. Jules Richard à Paris,* installé dans une nouvelle cage double en bois, placée à proximité immédiate du psychromètre normal servant aux six observations directes. Le

thermographe Richard petit modèle sert de contrôle et en cas d'avarie de l'autre. Cette année d'expérience nous a pleinement satisfaits, et les températures fournies par cet enregistreur concordent bien avec les lectures directes au thermomètre à boule sèche.

Grand Saint-Bernard. — Lors d'une excursion au Grand Saint-Bernard, j'ai eu l'occasion, le 13 août 1897, de vérifier les thermomètres de cette station météorologique et j'ai pu constater que leurs corrections ne s'étaient pas modifiées.

Les résultats généraux des observations thermométriques sont consignés dans douze tableaux de chiffres à propos desquels j'ai seulement quelques remarques à ajouter.

1° *Moyennes générales de la température. — Ecarts.*

Le *tableau I* fournit, pour *Genève*, toutes les valeurs moyennes des températures, de trois en trois heures à partir de 1 h. du matin, puis la *température moyenne des mois, des saisons et de l'année*, moyennes des huit moyennes trihoraires, enfin les *minima* et *maxima* moyens.

Le *tableau II* fournit, pour le *Grand Saint-Bernard*, les mêmes moyennes pour les six dates d'observation directe. Les *moyennes des mois, des saisons et de l'année* sont établies sur la moyenne des huit températures trihoraires, en se servant des températures obtenues par interpolation graphique pour 1 h. et 4 h. du matin. Viennent ensuite les valeurs moyennes des *minima* et des *maxima*.

Le tableau III donne les *écarts* entre les températures moyennes et les valeurs normales de la période 1826-1875 pour Genève et de la période 1841-1867 pour le Grand Saint-Bernard.

Il résulte de l'examen de ces chiffres que, soit pour Genève, soit surtout pour le Grand Saint-Bernard, *l'année météorologique 1896-1897* a été une *année chaude. L'année civile 1897* a été un peu moins chaude que l'année météorologique pour Genève, encore un peu plus chaude pour le Grand Saint-Bernard. Cela résulte des chiffres suivants :

	Genève	Grand St-Bernard
Décembre 1896	+ 1°76	— 8°03
» 1897	+ 1°13	— 6°62

D'où résulte pour la *température moyenne de l'année* :

	Genève	Grand St-Bernard
Année météorologique 1896-1897	+ 9°79	— 1°13
Année civile 1897	+ 9°74	— 1°01

La plus-value de la température de l'année météorologique provient, à Genève, des trois premières saisons de l'année, au Grand Saint-Bernard, des quatre saisons (voir tableau III).

A *Genève*, sept mois présentent des écarts de température positifs dont deux, février et mars, des écarts considérables. Février a été très chaud, mars également, mais sans atteindre cependant la température de mars 1896. Les écarts négatifs des cinq autres mois ne présentent rien d'extraordinaire.

Au *Grand Saint-Bernard*, sept mois également ont des écarts positifs, dont trois très marqués: février très chaud, mars chaud et novembre très chaud. Pour ce dernier mois, grâce au brouillard qui a régné dans la vallée, tandis que le ciel était remarquablement serein sur la montagne, l'écart, négatif à Genève, se transforme en un écart positif au Grand Saint-Bernard; différence des deux écarts : 3°91.

I. Température a GENÈVE en 1897.

ÉPOQUE	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1896.	+ 1,05	+ 0,88	+ 1,02	+ 1,87	+ 3,19	+ 2,70	+ 1,89	+ 1,44	+ 1,76	− 0,09	+ 4,17
Janv. 1897	− 1,40	− 1,45	− 1,67	− 0,60	+ 1,00	+ 0,53	− 0,41	− 1,09	− 0,64	− 2,74	+ 1,95
Février . .	+ 3,62	+ 3,00	+ 2,61	+ 5,26	+ 7,45	+ 7,43	+ 5,87	+ 4,84	+ 5,01	+ 1,85	+ 9,19
Mars . . .	+ 5,83	+ 5,27	+ 5,04	+ 9,00	+11,42	+11,00	+ 9,02	+ 7,16	+ 7,97	+ 3,69	+13,27
Avril . . .	+ 7,34	+ 6,51	+ 7,37	+10,26	+11,98	+12,29	+10,00	+ 8,56	+ 9,29	+ 5,42	+13,93
Mai	+ 9,22	+ 8,05	+10,53	+13,69	+15,37	+15,33	+13,43	+11,14	+12,10	+ 7,54	+17,05
Juin. . . .	+15,47	+13,66	+16,65	+19,30	+21,72	+22,55	+20,16	+17,46	+18,37	+12,97	+24,00
Juillet. . .	+16,74	+15,17	+17,66	+20,61	+23,08	+23,62	+21,40	+18,66	+19,62	+14,55	+25,24
Août . . .	+15,47	+14,19	+16,08	+19,34	+21,70	+21,80	+19,24	+16,96	+18,10	+13,33	+24,35
Septembre	+11,56	+10,82	+11,31	+14,94	+16,90	+16,52	+14,22	+12,52	+13,60	+ 9,65	+18,64
Octobre. .	+ 6,73	+ 5,91	+ 5,60	+ 9,36	+11,59	+11,30	+ 9,19	+ 7,45	+ 8,39	+ 4,91	+12,87
Novembre	+ 2,55	+ 2,12	+ 1,79	+ 3,51	+ 6,02	+ 5,55	+ 4,47	+ 3,36	+ 3,67	+ 1,27	+ 7,20
Hiver . . .	+ 1,01	+ 0,74	+ 0,59	+ 2,07	+ 3,76	+ 3,42	+ 2,33	+ 1,62	+ 1,94	− 0,40	+ 4,97
Printemps	+ 7,46	+ 6,61	+ 7,65	+10,99	+12,93	+12,88	+10,83	+ 8,96	+ 9,79	+ 5,55	+14,76
Été	+15,90	+14,34	+16,80	+19,76	+22,17	+22,66	+20,27	+17,70	+18,70	+13,62	+24,54
Automne .	+ 6,94	+ 6,28	+ 6,23	+ 9,27	+11,50	+11,13	+ 9,29	+ 7,77	+ 8,55	+ 5,27	+12,90
Année . .	+ 7,87	+ 7,03	+ 7,86	+10,57	+12,64	+12,57	+10,73	+ 9,06	+ 9,79	+ 6,05	+14,35

II. Température au GRAND SAINT-BERNARD en 1897.

ÉPOQUE.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1896.	− 8,82	− 7,26	− 6,27	− 7,14	− 8,11	− 8,74	− 8,03
Janv. 1897	−11,06	− 9,60	− 8,47	− 9,42	−10,16	−10,84	−10,26
Février . .	− 5,86	− 3,81	− 2,32	− 3,75	− 5,40	− 5,52	− 4,80
Mars . . .	− 5,84	− 3,39	− 2,10	− 3,60	− 5,19	− 6,01	− 4,96
Avril . . .	− 5,01	− 1,13	+ 0,10	− 0,84	− 3,40	− 4,34	− 3,12
Mai	− 1,57	+ 1,45	+ 2,69	+ 1,64	− 0,88	− 1,87	− 0,53
Juin. . . .	+ 4,98	+ 7,33	+ 8,84	+ 8,11	+ 5,61	+ 4,50	+ 5,77
Juillet. . .	+ 5,82	+ 8,31	+ 9,35	+ 8,82	+ 7,05	+ 5,96	+ 6,77
Août . . .	+ 5,58	+ 7,52	+ 8,95	+ 8,78	+ 6,92	+ 5,94	+ 6,59
Septembre	+ 1,92	+ 3,48	+ 4,30	+ 3,39	+ 2,24	+ 1,66	+ 2,38
Octobre. .	− 2,00	− 0,59	+ 0,38	− 0,12	− 1,03	− 1,62	− 1,22
Novembre.	− 2,66	− 1,87	− 0,69	− 1,67	− 2,67	− 2,88	− 2,27
Hiver . . .	− 8,67	− 6,99	− 5,80	− 6,87	− 7,97	− 8,46	− 7,79
Printemps	− 4,13	− 1,02	+ 0,23	− 0,93	− 3,15	− 4,07	− 2,86
Été	+ 5,47	+ 7,72	+ 9,05	+ 8,58	+ 6,54	+ 5,47	+ 6,38
Automne .	− 0,93	+ 0,33	+ 1,32	+ 0,53	− 0,49	− 0,95	− 0,38
Année. . .	− 2,03	+ 0,05	+ 1,24	+ 0,36	− 1,23	− 1,97	− 1,13

III.

EPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Différence entre les deux stations
	°	°	°
Décembre 1896 .	+0,96	−0,44	+1,40
Janvier 1897....	−0,56	−1,22	+0,66
Février	+3,41	+3,81	−0,40
Mars	+3.37	+2,36	+1,01
Avril..........	+0,32	+0,15	+0,17
Mai	−1,10	−1,04	−0,06
Juin...........	+1,56	+1,68	−0,12
Juillet	+0,81	+0,61	+0,20
Août	+0,19	+0,61	−0,42
Septembre......	−1,06	−0.94	−0,12
Octobre........	−1,49	−0,74	−0,75
Novembre......	−0,88	+3.03	−3,91
Hiver..........	+1,19	+0,61	+0,58
Printemps......	+0,87	+0,50	+0,37
Été............	+0,85	+0,96	−0,11
Automne.......	−1,15	+0.44	−1,59
Année.........	+0,45	+0,63	−0,18

Les mois remarquables sont donc, pour *Genève:* 1° *février* avec + 5°01. Cette température a été cependant dépassée par les mois de février 1866, 1867, 1869 et 1885; 2° *mars*, avec + 7°97 qui n'a été dépassé que par le mois de mars 1896.— Pour le *Grand Saint-Bernard* ces mêmes mois sont très chauds et il s'y ajoute, comme mois chaud, celui de novembre.

Les *Températures moyennes mensuelles extrêmes* se sont présentées cette année aux époques habituelles, soit en janvier et en juillet:

	Genève	Grand St-Bernard
Mois le plus froid, janvier	— 0°64	— 10°26.
» » chaud, juillet	+ 19°62	+ 6°77.
Amplitude annuelle	20°26	17°03.

L'amplitude de la température entre les deux mois extrêmes est forte; elle dépasse de plus d'un degré les amplitudes normales qui sont de 18°89 à Genève et de 15°20 au Grand Saint-Bernard.

2° *Température de cinq en cinq jours à Genève.*

Le tableau IV fournit les températures moyennes par *pentades* et, comme précédemment, pour l'*année civile* et non pour l'année météorologique, du 1er janvier au 31 décembre 1897. A côté des températures figure *l'écart* avec les températures calculées d'après la formule déduite par E. Plantamour de l'étude des cinquante années de 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé dépasse la limite de l'écart probable calculé et constitue ainsi une *anomalie*, le chiffre de l'écart est mis entre parenthèses dans le tableau.

IV. 1897. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
1– 5 Janvier	− 0,51	−0,25	30– 4 Juillet	+22,47	(+4,19)
6–10 id.	− 0,10	+0,21	5– 9 id.	+21,14	(+2,59)
11–15 id.	+ 0,89	+1,19	10–14 id.	+20,29	+1,56
16–20 id.	+ 0,63	+0,83	15–19 id.	+19,33	+0,49
21–25 id.	− 2,85	(−2,82)	20–24 id.	+18,16	−0,73
26–30 id.	− 2,19	(−2,40)	25–29 id.	+18,03	−0,83
31– 4 Février	+ 4,57	(+4,05)	30– 3 Août	+18,05	−0,71
5– 9 id.	+ 4,39	(+3,51)	4– 8 id.	+20,45	(+1,86)
10–14 id.	+ 6,79	(+5,51)	9–13 id.	+17,87	−0,47
15–19 id.	+ 4,32	(+2,58)	14–18 id.	+18,28	+0,25
20–24 id.	+ 3,94	+1,70	19–23 id.	+16,72	−0,92
25– 1 Mars	+ 5,70	(+2,94)	24–28 id.	+16,47	−0,73
2– 6 id.	+ 3,70	+0,38	29– 2 Septemb.	+19,07	(+2,38)
7–11 id.	+ 3,58	−0,32	3– 7 id.	+14,53	(−1,60)
12–16 id.	+ 5,32	+0,81	8–12 id.	+13,37	(−2,15)
17–21 id.	+10,47	(+5,34)	13–17 id.	+11,84	(−3,01)
22–26 id.	+13,14	(+7,37)	18–22 id.	+ 9,96	(−4,16)
27–31 id.	+11,72	(+5,29)	23–27 id.	+14,87	(+1,51)
1– 5 Avril	+ 6,43	−0,68	28– 2 Octobre	+15,43	(+2,86)
6–10 id.	+ 6,06	−1,7[illegible]	3– 7 id.	+ 8,68	(−3,06)
11–15 id.	+10,34	(+1,85)	8–12 id.	+ 6,17	(−4,71)
16–20 id.	+ 9,03	−0,17	13–17 id.	+ 9,75	−0,25
21–25 id.	+ 9,21	−0,70	18–22 id.	+10,23	+1,12
26–30 id.	+14,67	(+4,04)	23–27 id.	+ 7,32	−0,90
1– 5 Mai	+10,83	−0,52	28– 1 Novemb.	+ 4,44	(−2,88)
6–10 id.	+ 9,00	(−3,07)	2– 6 id.	+ 4,43	(−2,01)
11–15 id.	+ 7,79	(−4,99)	7–11 id.	+ 4,51	−1,06
16–20 id.	+14,41	+0,92	12–16 id.	+ 4,12	−0,62
21–25 id.	+14,62	+0,46	17–21 id.	+ 4,20	+0,25
26–30 id.	+14,47	−0,36	22–26 id.	+ 2,40	−0,80
31– 4 Juin	+20,25	(+4,80)	27– 1 Décemb.	+ 1,67	−0,84
5– 9 id.	+18,78	(+2,73)	2– 6 id.	+ 1,16	−0,72
10–14 id.	+17,18	+0,57	7–11 id.	+ 3,79	(+2,47)
15–19 id.	+15,99	−1,12	12–16 id.	+ 5,68	(+4,84)
20–24 id.	+15,72	(−1,84)	17–21 id.	+ 0,66	+0,22
25–29 id.	+21,52	(+3,56)	22–26 id.	− 2,08	−2,20
			27–31 id.	− 2,33	−2,22

Sur les 73 pentades, 36 présentent un écart positif et 37 un écart négatif, mais comme les premiers sont plus forts en moyenne, il en résulte cependant que l'année est, comme nous l'avons vu, plutôt chaude. En effet, sur les 36 écarts positifs, 21 dépassent la valeur de l'écart probable, tandis que, sur les 37 écarts négatifs, 13 seulement dépassent cette même limite.

La plus longue période de chaleur relative comprend sept pentades consécutives et va du 31 janvier au 6 mars. La plus longue période de froid relatif comprend cinq pentades consécutives et va du 23 octobre au 16 novembre.

Le plus fort écart positif, + 7°37, tombe sur la pentade du 22 au 26 mars, le plus fort écart négatif, — 4°99 sur celle du 11 au 15 mai.

Le plus fort abaissement de la température, — 5°97, a eu lieu entre la 18me et la 19me pentade, puis vient un abaissement, presque égal — 5°92, de la 55me à la 56me pentade. La plus forte augmentation de température + 6°45, a eu lieu de la 6me à la 7me pentade.

La pentade la plus froide est la 5me, du 21 au 25 janvier avec — 2°85. La pentade la plus chaude est la 37me, du 30 juin au 4 juillet, avec + 22°47.

3° *Moyennes diurnes. — Ecarts. — Anomalies.*

Le tableau V fournit la classification des jours de l'année météorologique à Genève suivant leurs températures moyennes. Il en résulte que 20 jours seulement ont présenté une température moyenne inférieure à zéro. Il y en avait eu 43 en 1896.

Le tableau VII fournit la même classification pour le Grand St-Bernard où la température moyenne a été au-

dessous de zéro durant 198 jours. Elle y est restée du 10 octobre 1896 jusqu'au 21 mars 1897, avec une seule interruption les 26 et 27 février. En revanche, elle n'est pas descendue au-dessous de zéro du 22 juin au 3 septembre.

Les deux tableaux V et VII fournissent également, pour chaque mois et pour l'année, les dates des jours les plus chauds et les plus froids. L'amplitude entre ces jours à températures moyennes extrêmes est de 30°68 pour Genève et de 31°48 pour le Grand St-Bernard.

Les tableaux VI et VIII fournissent les données habituelles sur les écarts entre les températures observées et les températures normales des deux stations. Pour toutes deux le nombre des écarts positifs dépasse sensiblement celui des écarts négatifs, ce qui confirme ce que je disais sur la température relativement élevée de l'année.

Les mêmes tableaux fournissent ensuite, pour chaque mois et pour l'année, les valeurs moyennes des écarts, 1° entre la valeur observée et la normale, 2° entre les températures de 2 jours consécutifs. Ils donnent enfin les dates des écarts extrêmes, pris à ces deux points de vue; les derniers chiffres indiquent le plus fort abaissement de température ou la plus forte augmentation d'un jour à l'autre, pour chaque mois et pour l'année.

Une dernière *anomalie* se présente parfois : il fait plus chaud dans la station de montagne que dans la station de plaine. Cette anomalie ne s'est pas présentée durant l'année météorologique 1897.

V. GENÈVE, 1897. — TEMPÉRATURE

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds		
	−10° à −5°	−5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1896 .	—	4	25	2	—	—	—	—	− 1°,80 le 18	+ 5°,94 le 7
Janv.*1897.	3	10	17	—	—	—	—	—	− 5,94 le 25	+ 2,92 le 1
Février. . .	—	1	15	12	—	—	—	—	− 0,36 le 1	+ 9,06 le 3
Mars	—	—	10	9	10	2	—	—	+ 2,34 le 13	+15,98 le 28
Avril	—	—	2	20	6	2	—	—	+ 3,66 le 3	+15,28 le 30
Mai	—	—	—	10	15	6	—	—	+ 7,12 le 14	+19,40 le 31
Juin	—	—	—	1	3	13	13	—	+ 9,93 le 20	+23,34 le 30
Juillet . . .	—	—	—	—	—	18	13	—	+15,54 le 28	+24,74 le 7
Août	—	—	—	—	5	20	6	—	+14,28 le 24	+21,59 le 5
Septembre.	—	—	—	3	17	9	1	—	+ 7,78 le 20	+20,14 le 1
Octobre . .	—	—	8	14	6	3	—	—	+ 3,51 le 7	+15,77 le 1
Novembre .	—	2	21	7	—	—	—	—	− 1,77 le 27	+ 7,14 le 21
Année . . .	3	17	98	78	62	73	33	—	−5°,94 le 25 janvier 1897.	+24°,74 le 7 juillet 1897.

* La température moyenne du 12 janvier est de 0°00.

VI. GENÈVE, 1897. — Température.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				°	°	°	°	°	°
Déc. 1896 . .	8	23	9	±1,59	− 3,60 le 1	+ 4,40 le 7	±1,42	− 3,39 le 9	+ 3,63 le 7
Janvier 1897	11	20	6	1,89	− 6,00 le 25	+ 3,13 le 1	1,48	− 5,22 le 28	+ 6,79 le 26
Février . . .	1	27	2	3,51	− 0,81 le 1	+ 8,48 le 3	1,58	− 4,86 le 8	+ 8,53 le 2
Mars	7	24	6	3,60	− 2,04 le 13	+ 9,68 le 28	1,79	− 5,35 le 29	+ 4,81 le 17
Avril	16	14	12	1,84	− 3,44 le 3	+ 5,30 le 14	1,64	− 4,35 le 2	+ 3,53 le 4
Mai	20	11	6	2,40	− 5,80 le 14	+ 4,19 le 31	1,41	− 3,64 le 2	+ 4,12 le 29
Juin.	10	20	4	3,16	− 7,46 le 20	+ 5,18 les 2 et 30	1,47	− 4,07 le 18	+ 3,81 le 24
Juillet. . . .	11	20	7	1,94	− 3,31 le 28	+ 6,20 le 7	1,44	− 3,85 le 4	+ 3,52 le 7
Août	13	18	13	1,51	− 3,26 le 20	+ 3,28 le 22	1,43	− 6,30 le 23	+ 4,46 le 21
Septembre .	18	12	6	2,68	− 6,35 le 20	+ 3,55 le 1	1,49	− 3,70 le 10	+ 5,09 le 22
Octobre . . .	19	12	5	2,74	− 7,89 le 7	+ 3,47 le 2	1,22	− 3,55 le 4	+ 2,47 le 10
Novembre. .	19	11	9	1,63	− 4,55 le 27	+ 3,50 le 21	1,31	− 2,93 le 26	+ 4,81 le 28
Année . . .	153	212	85	±2,37	−7,89 le 7 octob. 1897.	+ 9,68 le 28 mars 1897.	±1,47	− 6,30 le 23 août 1897.	+ 8,53 le 2 fév. 1897.

VII. SAINT-BERNARD, 1897. — Température.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre - 20° et - 15	- 15° et - 10	- 10° et - 5	- 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et + 10	+ 10° et + 15	+ 15° et + 20	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
Décembre 1896.	2	4	20	5	—	—	—	—	-16°,52 le 17	- 1°,54 le 1
Janvier 1897 . .	5	6	20	—	—	—	—	—	-19,77 le 24	- 5,24 le 17
Février	—	2	11	13	2	—	—	—	-11,54 les 8 et 22	+ 1,34 le 27
Mars	—	6	10	10	5	—	—	—	-13,27 le 7	+ 3,90 le 28
Avril	—	1	9	14	6	—	—	—	-10,70 le 8	+ 3,39 le 25
Mai	—	—	6	8	14	3	—	—	- 9,17 le 13	+ 7,56 le 31
Juin	—	—	—	4	6	18	2	—	- 4,30 le 19	+11,13 le 25
Juillet	—	—	—	—	8	20	3	—	+ 0,54 le 29	+11,71 le 25
Août	—	—	—	—	7	24	—	—	+ 0,21 le 20	+ 9,84 le 18
Septembre . . .	—	—	1	7	12	10	—	—	- 6,22 le 20	+ 8,83 le 1
Octobre*	—	—	7	9	14	—	—	—	- 8,57 le 6	+ 3,26 le 19
Novembre* . . .	—	3	1	14	11	—	—	—	-12,24 le 30	+ 2,70 les 1 et 18
Année	7	22	85	84	85	75	5	—	-19,77 le 24 janvier 1897.	+11,71 le 25 juillet 1897.

* La température du 24 octobre et du 22 novembre est 0°00.

VIII. SAINT-BERNARD, 1897, — Température.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
Déc. 1896 .	17	14	6	± 2°,43	− 8°,62 le 17	+ 5°,18 le 1	± 1°,77	− 3°,42 le 15	+ 4°,62 le 18
Janv. 1897.	15	16	5	3,31	−10,70 le 24	+ 3,77 le 17	1,70	− 5,92 le 23	+ 4,62 le 30
Février . .	3	25	7	4,39	− 2,97 le 22	+ 9,68 le 27	2,39	− 4,32 le 22	+ 9,27 le 23
Mars	10	21	6	3,87	− 5,42 le 7	+ 9,84 le 28	2,32	− 7,74 le 29	+ 5,18 le 10
Avril. . . .	14	16	6	2,23	− 6,09 le 8	+ 5,68 le 25	2,19	− 5,20 le 8	+ 4,12 le 18
Mai	16	15	4	3,26	− 9,43 le 13	+ 5,01 le 31	1,99	− 7,24 le 12	+ 8,12 le 16
Juin	7	23	4	3,41	− 8,79 le 19	+ 6,15 le 25	2,16	− 7,64 le 19	+ 5,17 le 22
Juillet . . .	15	16	10	2,60	− 5,87 le 29	+ 5,34 le 25	2,21	− 4,38 le 26	+ 5,67 le 6
Août. . . .	9	22	10	1,97	− 5,69 le 20	+ 3,84 le 18	2,18	− 6,44 le 23	+ 7,32 le 21
Septembre.	18	12	4	3,65	− 9.24 le 20	+ 5,09 le 29	1,84	− 6,44 le 4	+ 6,75 le 6
Octobre . .	15	16	8	3,50	− 9,33 le 6	+ 4,93 le 30	1,89	− 6,71 le 4	+ 5,92 le 11
Novembre .	6	24	5	3,91	− 5,61 le 30	+ 7,98 le 18	2,15	− 8,27 le 29	+ 7,55 le 27
Année . . .	145	220	75	± 3°,20	−10°,70 le 24 janv. 1897.	+9°,84 le 28 mars 1897.	± 2°,06	−8°,27 le 29 novemb 1897	+9°,27 le 23 février 1897.

VII. SAINT-BERNARD, 1897. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	- 20° et - 15	- 15° et - 10	- 10° et - 5	- 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et + 10	+ 10° et + 15	+ 15° et + 20		
Décembre 1896.	2	4	20	5	—	—	—	—	-16°,52 le 17	- 1°,54 le 1
Janvier 1897 . .	5	6	20	—	—	—	—	—	-19,77 le 24	- 5,24 le 17
Février	—	2	11	13	2	—	—	—	-11,54 les 8 et 22	+ 1,34 le 27
…ars	—	6	10	10	5	—	—	—	-13,27 le 7	+ 3,90 le 28
…ril	—	1	9	14	6	—	—	—	-10,70 le 8	+ 3,39 le 25
…i.	—	—	6	8	14	3	—	—	- 9,17 le 13	+ 7,56 le 31
…uin	—	—	—	4	6	18	2	—	- 4,30 le 19	+11,13 le 25
…illet	—	—	—	—	8	20	3	—	+ 0,54 le 29	+11,71 le 25
…ût	—	—	—	—	7	24	—	—	+ 0,21 le 20	+ 9,84 le 18
…embre . . .	—	—	1	7	12	10	—	—	- 6,22 le 20	+ 8,83 le 1
…bre*	—	—	7	9	14	—	—	—	- 8,57 le 6	+ 3,26 le 19
…embre* . . .	—	3	1	14	11	—	—	—	-12,24 le 30	+ 2,70 les 1 et 18
Année	7	22	85	84	85	75	5	—	-19,77 le 24 janvier 1897.	+11,71 le 25 juillet 1897.

* La température du 24 octobre et du 22 novembre est 0°00.

VIII. SAINT-BERNARD, 1897. — TEMPÉRATURE.

[illegible]	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	± [illegible]	− 8°,62 le 17	+ 5°,18 le 1	± 1°,77	− 3°,42 le 15	+ 4°,62 le 18
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	−10,70 le 24	+ 3,77 le 17	1,70	− 5,92 le 23	+ 4,62 le 30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	− 9,07 le 22	+ 9,68 le 27	2,39	− 4,32 le 22	+ 9,27 le 23
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+ 9,84 le 28	2,32	− 7,74 le 29	+ 5,18 le 10
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,19	− 5,20 le 8	+ 4,12 le 18
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,90	− 7,24 le 12	+ 8,12 le 16
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	− 7,64 le 10	+ 5,17 le 22
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	− 4,38 le 26	+ 5,67 le 6
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+ 7,32 le 21
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+ 7,55 le 27
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	± [illegible]	−10°,70 le 24 janv. 1897.	[illegible] 1897.	± [illegible]	[illegible] novemb. 1897	[illegible] février 1897.

4° *Températures extrêmes.*

Les tableaux IX et X fournissent les températures extrêmes pour les deux stations. A *Genève* le minimum et le maximum absolus n'ont pas atteint les valeurs moyennes normales de Plantamour qui sont — 13°3 et + 32°5. L'oscillation extrême de température, 41°8, est donc inférieure de 4° à l'oscillation extrême moyenne qui est de 45°8. Au *Grand St-Bernard* l'oscillation extrême observée est de 43°0.

Le tableau IX fournit en outre le nombre de jours de gelée, où le minimum est tombé au-dessous de zéro et celui de jours de non-dégel, où le maximum est resté au-dessous de zéro. Nous constatons que, à Genève, la dernière gelée blanche à glace du printemps a eu lieu le 3 avril 1897 et la première gelée blanche de l'automne, le 9 octobre, avec une température de — 3°0 pour le thermomètre dans l'air, abrité sous la cage, et de — 8°0 pour un thermomètre placé à l'air libre sur le sol.

5° *Température du Rhône.*

Les tableaux XI et XII fournissent les documents habituels sur la température du Rhône, prise, comme antérieurement, vers midi, à la sortie du lac, sous le pont des Bergues, à une profondeur de 1 mètre au dessous de la surface de l'eau.

IX. GENÈVE, 1897. — Indications des thermométrographes.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1896 ..	— 4,7	le 18	+10,2	le 5	15	1
Janv. 1897..	—10,6	le 28	+ 6,2	le 1	23	7
Février.....	— 6,0	le 1	+12,2	le 13	6	0
Mars.......	— 1,3	le 7	+24,2	le 28	5	0
Avril.......	— 0,4	le 3	+21,2	les 28, 29, 30	1	0
Mai........	+ 0,9	le 8	+26,3	le 31	0	0
Juin	+ 6,1	le 18	+30,0	le 14	0	0
Juillet......	+ 9,9	le 31	+30,7	le 2	0	0
Août.......	+ 8,0	le 24	+31,2	le 5	0	0
Septembre ..	+ 2,2	le 21	+27,0	le 2	0	0
Octobre.....	— 3,0	le 9	+21,1	le 1	2	0
Novembre...	— 6,5	le 27	+13,1	le 28	5	0
Année......	—10,6	le 28 janv. 1897.	+31,2	le 5 août 1897.	57	8

X. SAINT-BERNARD, 1897. Températures extrêmes

Époque.	Min. absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.
	°		°	
Déc. 1896...	—19,0	le 17	+ 1,9	le 1
Janv. 1897..	—25,0	le 25	— 2,4	le 17
Février.....	—15,0	le 8	+ 5,2	le 24
Mars.......	—16,8	le 9	+10,0	le 28
Avril.......	—15,0	les 2 et 3	+ 8,2	le 25
Mai........	—13,2	le 13	+15,2	le 31
Juin	— 6,0	le 19	+18,0	le 25
Juillet......	— 1,5	le 29	+17,1	le 25
Août.......	— 3,0	le 20	+14,6	le 11
Septembre ..	— 8,7	le 20	+12,7	le 1
Octobre.....	— 9,0	le 7	+ 7,6	le 19
Novembre...	—14,7	le 30	+ 5,7	le 1
Année......	—25,0	le 25 janv. 1897.	+18,0	le 25 juin 1897.

XI. Température du Rhône en 1897.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Écarts avec la valeur normale.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1896 . .	+ 6,06	—0,55	+ 5,2 les 22 et 28	+ 7,2 le 5	+ 4,30
Janvier 1897 . . .	+ 4,81	—0,30	+ 3,4 le 28	+ 5,9 le 2	+ 5,45
Février	+ 5,26	+0,30	+ 3,5 le 1	+ 6,1 les 11 et 12	+ 0,25
Mars	+ 6,25	+0,13	+ 5,3 le 13	+ 7,5 les 27 et 31	— 1,72
Avril	+ 7,48	—1,30	+ 5,8 les 6 et 7	+ 10,0 le 28	— 1,81
Mai	+11,17	—0,55	+ 7,7 le 3	+ 14,2 le 22	— 0,93
Juin	+16,53	+1,19	+11,4 le 10	+ 19,1 le 8	— 2,04
Juillet	+18,05	—0,04	+12,0 le 9	+ 20,8 le 19	— 1,57
Août	+17,06	—1,59	+12,5 le 10	+ 19,5 les 5 et 7	— 1,04
Septembre.	+15,57	—1,50	+12,8 le 7	+ 18,1 le 2	+ 1,97
Octobre	+12,73	—1,25	+10,9 le 9	+ 16,3 le 2	+ 4,34
Novembre	+ 9,47	—0,16	+ 6,9 le 27	+ 10,7 les 1 et 2	+ 5,80
Année	+10,94	—0,40	+ 3,4 le 28 janvier 1897.	+ 20,8 le 19 juillet 1897.	+ 1,15

XII. Température du Rhône en 1897.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
	°	°	°	°	°	°
Décemb. 1896 .	±0,65	— 2,2 le 1	+0,6 le 31	±0,40	— 0,6 les 8 et 18	+ 1,0 le 4
Janvier 1897 .	0,46	— 1,4 le 28	+0,6 les 8 et 11	0,26	— 0,5 le 28	+ 0,9 le 8
Février	0,41	— 1,3 le 1	+1,2 les 11 et 12	0,26	- 0,6 le 13	+ 0,9 le 2
Mars	0,27	— 0,7 le 13	+1,0 le 1	0,30	— 0,8 le 13	+ 0,8 le 24
Avril	1,13	— 1,9 les 6, 7 et 13	+0,2 le 28	0,30	— 0,7 le 2	+ 1,1 le 27
Mai	1,22	— 2,6 le 3	+1,7 le 22	0,48	— 2,1 le 29	+ 2,2 le 21
Juin	2,22	— 3,4 le 10	+4,7 le 5	1,18	— 7,5 le 10	+ 2,8 le 12
Juillet	2,30	— 5,6 le 9	+2,9 le 3	1,22	— 6,4 le 22	+ 4,2 le 27
Août.	1,83	— 6,4 le 10	+0,7 les 5 et 7	0,76	— 1,6 le 13	+ 5,0 le 12
Septembre .	1,71	— 5,1 le 7	+1,1 le 30	0,71	— 3,5 le 7	+ 1,4 le 22
Octobre . . .	1,22	— 3.8 les 7 et 9	+0,7 le 2	0,44	— 2,0 le 5	+ 0,4 le 23
Novembre . .	0,57	— 1,5 le 27	+0,4 les 18, 19, 25	0,23	— 1,7 le 26	+ 0,4 le 5
Année.	±1,17	—6,4 le 10 août 1897.	+4,7 le 5 juin 1897.	±0,55	— 7,5 le 10 juin 1897.	+ 5,0 le 12 août 1897.



QUATRE-VINGT-UNIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

BERNE

du 31 juillet au 3 août 1898.

(Suite[1]*.)*

Géologie et Géographie.

Présidents : MM. C. SCHMIDT, de Bâle, et BRUECKNER, de Berne.
Secrétaires : MM. R. ZELLER et H. SCHARDT.

Tobler. Sur la stratigraphie des klippes du canton d'Unterwalden. — F. Mühlberg. Sur les recouvrements de la chaîne du Lägern et la formation des klippes. — Mayer-Eymar. Bases de la terminologie stratigraphique internationale. — Gremaud. Perforations de galets par actions mécaniques, par érosion et par des animaux. — Otto Hug. La faune ammonitifère du Lias supérieur des Pueys et de Teysachaux (Moléson). — Max Mühlberg. Le Dogger du Jura septentrional. — Baumhauer. Concurrence de differentes lois de macles et phénomènes accessoires de la structure des cristaux. — Field. Bibliographie internationale. — Richter. Traces d'anciens glaciers dans l'intérieur des Alpes. — H. Schardt. La recurrence des glaciers jurassiens après le retrait du glacier du Rhône. — J. Frueh. Structure écailleuse de la neige. Galets sculptés. — Luethy. Relief du Gothard.

M. le Dr Aug. TOBLER, de Bâle, fait une communication sur les recherches qu'il a faites pendant l'été

[1] Pour la première partie de ce compte rendu, *mathématiques, astronomie et physique, chimie et pharmacie*, voir *Archives*, 1898, t. VI, p. 359.

1897 dans la *région des Klippes autour du lac des Quatre-Cantons*. Après quelques remarques sur la tectonique si compliquée de cette région, il expose la découverte qu'il a faite d'un horizon stratigraphique inconnu jusqu'ici : les bancs calcaires de l'Alp Holzwang sur le Stanzerhorn font partie du Hettangien et correspondent absolument aux couches hettangiennes des Préalpes romandes.

Le terme le plus ancien du Lias est assez généralement formé par une brèche à Echinodermes riche en silice et renfermant de petits fragments de dolomie corrodée. Les bancs calcaires du sommet du Buochserhorn, désignées par Stutz[1] comme couches à *Am. psilonotus*, sont en réalité du Dogger. Le calcaire à *Arietites* ou à *Gryphea* dans le vrai sens du mot n'a été encore trouvé nulle part, et les couches, considérées jusqu'à présent comme telles, de l'Alp Huetleren sur le Buochserhorn, correspondent au Lias moyen. D'autre part les couches de Klaus sont très répandues dans la région et renferment des fossiles à la Kinne sur le Stanzerhorn. Elles sont remplies par endroit d'empreintes de *Cancellophycus* et renferment quelques échantillons de *Lytoceras tripartitum* bien déterminables. Les mêmes couches se retrouvent au sommet du Buochserhorn, mais les échantillons de *Lyt. tripartitum* trouvés par Stutz en cet endroit sont très mauvais et l'on s'explique ainsi qu'il ait pu les prendre pour des *Psiloceras psilonotum*. Depuis lors l'auteur a découvert de meilleurs exemplaires qui montrent clairement les

[1] U. Stutz. Das Keuperbecken am Vierwaldstättersee. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, etc. 1890. Band. II, page 112.

sutures et les constrictions, et peuvent être déterminés avec certitude comme *Lyt. tripartitum* Rasp.

L'auteur a étudié à nouveau un gisement de Callovien signalé déjà par Stutz[1] au Griggeli (Kleine Mythe), gisement très fossillifère qui a livré, outre une série de *Phylloceras* du type méditerranéen, un *Macrocephalites Herveyi*. Il a retrouvé d'autre part à la Müllerbodenalp sur le Buochserhorn les mêmes couches de Dogger à débris végétaux que Stutz[2] avait signalées au Stanzerhorn.

Une découverte qui mérite une attention spéciale est celle de l'existence de la brèche de la Hornfluh dans la région des Klippes du Lac des Quatre-Cantons ; cette formation si caractéristique se retrouve en blocs isolés à Iberg dans le canton de Schwytz et d'autre part en place et alternant avec des couches de Dogger normales et fossilifères sur le chemin qui conduit de Zwischenmythen au Haken.

La série jurassique offre dans la région étudiée la même nature pétrographique et les mêmes caractères paléontologiques que dans les Préalpes romandes. Les nombreuses observations faites par l'auteur semblent montrer qu'il existe des analogies certaines dans la répartition des facies entre les environs du Lac des Quatre-Cantons d'une part et les Alpes du Stockhorn de l'autre.

M. le Dr F. Mühlberg, d'Aarau, rapporte sur les *Phénomènes de recouvrement et les Klippes de recou-*

[1] U. Stutz, loc. cit., page 114.
[2] U. Stutz, loc. cit., page 116.

vrement dans le Jura et plus spécialement dans le Lägern.

Quoique la chaîne du Lägern, qui forme le dernier chaînon du Jura vers l'Est, ait déjà été étudiée et décrite à plusieurs reprises, sa structure géologique n'a pas été exactement expliquée jusqu'ici; l'erreur commise généralement consiste à admettre d'emblée que le Lägern, comme les autres chaînes du Jura, seraient des plis absolument normaux ; on a même cité la montagne en question comme un type d'anticlinal simple rompu, le sommet en ayant été enlevé par érosion.

Or cette manière de voir ne résiste pas à un examen approfondi des faits; le Lägern ne présente nullement un plan symétrique; il y a au contraire chevauchement du flanc Sud sur le flanc Nord avec formation par endroits de véritables klippes de recouvrement. Celles-ci sont formées, ou bien par des lambeaux du flanc Sud, on bien par des paquets arrachés au flanc Nord et entraînés par la masse chevauchante ; elles ont été refoulées vers le Nord par-dessus les couches plus récentes du flanc Nord, subissant dans ce mouvement des dislocations diverses, et ont été ensuite séparées du flanc Sud par une érosion intense.

L'auteur montre, à l'appui de sa manière de voir, une série de profils et de photographies prises dans la carrière de pierre à ciment et à Sackhölzli, près d'Ehrendingen et dans les environs de Hertenstein, près de Baden.

Les autres chaînes du Jura septentrional ont une structure absolument analogue ; depuis le Lägern au moins, jusqu'à Porrentruy, l'on retrouve partout, dans le

nord du Jura, la structure isoclinale, les chevauchements et les klippes de recouvrement. L'auteur a indiqué cette position tectonique du Jura dans son esquisse géotectonique du nord-ouest de la Suisse, et il se réserve de revenir en détail sur ce sujet dans ses prochaines publications.

M. Mayer-Eymar parle de quelques principes de la *terminologie stratigraphique internationale* et propose la latinisation des terminaisons des noms d'étages. Au lieu de dire Mayen*cien*, Torto*nien*, Néoco*mien*, etc., il faudrait dire Moguntia*num*, Dertoni*anum*, Neocomi*anum*, etc. Comme chaque étage se compose, d'après M. Mayer, de deux sous-étages, le nom de chacun de ceux-ci devrait avoir une terminaison spéciale *on* pour l'inférieur et *in* pour le supérieur.

M. A. Gremaud, ingénieur à Fribourg, traite des *galets perforés* qu'il groupe en 3 catégories : les galets perforés mécaniquement, ceux perforés par érosion et ceux perforés par des organismes.

La perforation mécanique s'est faite suivant un procédé absolument analogue à celui des marmites de géants, par le mouvement rotatoire d'un petit caillou dur sur un galet plus tendre. Des échantillons de galets ainsi perforés sont très fréquents soit dans le lac de Morat soit dans la Sarine. Ceux que l'on trouve dans le lit des fleuves présentent le plus souvent des perforations à section ovale ou même irrégulière. Il arrive d'autre part fréquemment que la cavité ne traverse pas la pierre de part en part, le caillou ayant été enlevé ou usé avant la fin de son travail. Une autre sorte de

perforation mécanique est produite par l'action de goutte d'eau tombant constamment sur le même point. La perforation par érosion se produit toutes les fois qu'une veine ou un fossile plus tendre ou plus soluble que la roche enveloppante est supprimé par voie mécanique ou chimique.

La perforation organique peut être l'œuvre d'animaux très divers ; ainsi le taret commun, le pholade dactyle, le lithodome lithophage et divers oursins ; et ces organismes peuvent agir mécaniquement ou chimiquement, ou encore combiner ces deux actions, cette question a du reste été étudiée dejà par plusieurs naturalistes : Laurent en 1850, Aucapitaine en 1853, Cailliaud. Les agents perforants varient beaucoup, la forme des cavités devra varier de même et M. Gremaud a constaté des perforations à section circulaire, rectangulaire, triangulaire. D'autre part le parement des ouvertures est tantôt lisse, tantôt strié, tantôt annelé. Le type le plus curieux qu'il ait observé est fourni par des perforations dirigées obliquement à la surface du galet et suivant une ligne droite, quoique l'action perforante ait commencé à la fois sur les deux faces opposées, les deux cavités ainsi pratiquées se joignant au milieu avec une exactitude surprenante. Ce travail semble avoir été opéré avec des pointes très fines et d'une certaine longueur ; du reste il est impossible actuellement de déterminer avec certitude quel est l'animal auteur de ce travail et si il faut l'attribuer à une ou plusieurs espèces ; les ouvertures varient en effet tant au point de vue de leur forme qu'à celui de la nature pétrographique des galets dans lesquels elles sont pratiquées. Pourtant M. Gremaud a trouvé dans

le lit de la Sarine un petit animal qui lui a paru constitué de façon à pouvoir effectuer les fines ouvertures en question. Cet animal, de la grandeur d'une petite guêpe, sans ailes, avait un abdomen en forme de ballon armé de deux pointes en forme de stylets. Celles-ci pour raient, d'après l'auteur, fonctionner alternativement comme organes perforateurs à la façon des fleurets des perforatrices, tandis que l'abdomen remplirait l'office de matelas d'air. Nous aurions ici une organisation qui rapellerait par divers traits l'organe perforant de l'Echinus, tout en s'en distinguant par une disposition absolument différente de la musculature.

Du reste l'auteur, en présence des faits qui sont loin d'être certains, ne veut pas tirer de conclusion et désire avant tout attirer l'attention des naturalistes sur cette question encore très imparfaitement connue des divers organismes perforants.

M. Otto Hug parle des Ammonites du Lias supérieur des gisements des Pueys et des Teysachaux au Moléson.

Il y a constaté les espèces suivantes :

* *Phylloceras Pompeckji* Hug.
* *Lytoceras cornucopiæ* Y. et B.
Lytoceras sp. ind.
Harpoceras serpentinum Rein.
* » *Fellenbergi* Hug.
» *exaratum* Y. et B.
» *lytherpe* Y. et B.
* » *capellinum* Schloth.
» cf. *Bayeni*, Dunc.
» *bifrons* Brug.
» *Levisoni* Simps.

Harpoceras Renevieri Hug.
* » *Kisslingi* Hug.
* » cf. *Bodei* Denkm.
» sp.
Cœloceras commune Sow.
» *enguinum* Rein.
» *crassum* Phil.
» *subarmatum* Y. et B.
Aptychus Elasme W, v. Mayer.

Cette faune ammonitique porte un caractère franchement centroeuropéen et sa présence dans une région où domine dans le Dogger en particulier le facies méditerranéen peut paraître étrange. Les espèces marquées d'un * n'ont été trouvées jusqu'ici que dans les pays septentrionaux (Angleterre, Wurtemberg). Les autres sont connues autant dans le facies méditerranéen que dans le facies de l'Europe centrale, à l'exception du *Harp. Renevieri* qui est inconnu dans d'autres localités. Un mémoire paléontologique sur cette faune paraîtra dans les *Mém. Soc. pal. Suisse*, t. XXV.

M. Max Mühlberg d'Aarau, assistant à l'Institut géologique de Fribourg en Brisgau, rapporte sur la *Stratigraphie du Jurassique moyen dans la Suisse septentrionale*.

Il y a trois zones dans la série médiojurassique du nord de la Suisse, qui présentent un intérêt spécial. L'on remarque tout d'abord des phénomènes d'érosion entre la zone à *Am. Murchisonæ* et la zone à *Am. Sowerbyi*, et ce fait paraît correspondre à l'absence de la zone à *Am. concavus* dans le Jura suisse. Il semble pourtant que les sédiments de cet âge ne font pas entièrement défaut.



En second lieu la partie inférieure du Hauptrogenstein, désignée par Thurman sous le nom de « oolithe subcompacte », s'amincit progressivement dans l'est du canton d'Argovie et n'est que partiellement remplacée par le facies argileux souabe. La partie supérieure de cette série (Marnes à *Ostrea acuminata* et grande oolithe de Thurmann), correspond à peu près aux couches à *Am. Parkinsoni* de la Souabe. Le Hauptrogenstein est d'autre part plus ancien que l'horizon de Bath en Angleterre.

Il faut noter, en troisième lieu, que la différence de facies que M. Rollier a signalée à la base du Malm existe non seulement dans le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur, mais déjà dans les couches à *Am. macrocephalus*. Tout le Malm inférieur (depuis les couches à *Am. macrocephalus* jusqu'au terrain à chailles), passe dans l'Est du canton d'Argovie au facies très réduit de l'oolithe ferrugineuse et finit par disparaître par amincissement progressif vers l'est. Ce fait semble indiquer une émersion avec érosion ; l'hydroxyde de fer de l'oolithe ferrugineuse pourrait fort bien provenir de la désaggrégation à l'air libre de certaines roches.

L'auteur a appuyé sa manière de voir sur les périodes d'émersion et d'érosion, par la démonstration d'une série de figure et d'échantillons. Il publiera prochainement un travail plus complet sur cet objet.

M. Baumhauer présente des observations sur la *conception génitique des macles et sur la présence de plusieurs Lois de macle sur un même cristal.*

Il appelle concurrence des lois de macle, l'apparition de deux macles très voisins chez un cristal suivant



sa position par rapport à un autre cristal. Des observations faites sur la chalcopyrite ont démontré que de cette matière un cristal peut affecter une position incertaine entre deux formes cristallonomiques.

M. Baumhauer a observé en outre que la position des figures particulières que l'on obtient en attaquant une surface de cristal avec un dissolvant n'est pas due au hasard ou à l'influence du dissolvant, mais le lieu de leur formation est déterminé d'avance. Cela est prouvé par le fait que deux lamelles d'un même cristal obtenues par clivage, ont montré les mêmes figures.

Cette observation est très importante relativement à l'idée que l'on se fait habituellement sur l'homogénéité des cristaux.

M. Field fait la démonstration d'un catalogue à fiches selon le système décimal adopté par le *Concilium bibliographicum*.

M. Richter, professeur à Graz. *Sur les traces laissées par les anciens glaciers dans l'intérieur des Alpes.*

M. Richter a étudié la région des Alpes Centrales orientales en Styrie. Cette région est intéressante, parce que la glace n'y a certainement pas recouvert toute la région et peut ainsi offrir des repères plus sûrs pour la détermination de l'ancienne limite des neiges éternelles.

Les Kahrs (excavations dues à l'érosion glaciaire) et les lacs élevés sont les traces les plus manifestes de la présence de glaciers. D'après la présence de ces deux formes morphologiques, la limite des neiges à l'époque glaciaire aurait été en Styrie voisine de 1600-1700 m.,

pendant que sur le versant N. des Alpes elle doit avoir été à 1200-1400 m.

Les groupes montagneux isolés, dont les vallées ne furent pas comblées par de grandes masses de glace, permettent les plus sûres constatations dans ce sens. Dans les régions par contre où de formidables courants de glace remplissaient les grandes vallées, ce n'est que dans les parties supérieures de celles-ci dans la région collectrice que se voient des Kahrs et des lagots, et non sur le parcours du grand courant de glace. C'est pour cette raison que les Kahrs et lagots sont situés d'autant plus haut que l'ancienne limite des neiges était plus élevée.

La signification des Kahrs et lagots est donc différente suivant la région. Dans les parties extérieures des Alpes ils indiquent le niveau des neiges éternelles de l'époque glaciaire ; dans l'intérieur de la chaîne ils déterminent tout au plus le niveau du glacier.

La hauteur du courant de glace peut être déterminée d'une part par le niveau des dépôts erratiques, d'autre part par les polis glaciaires. Le niveau des anciens polis entre en contact avec celui des névés actuels d'où résulte que la limite des neiges était à l'époque glaciaire à peu près la même qu'aujourd'hui.

En reconstituant les anciens glaciers, on remarque que leur talus est bien moins incliné que le thalweg des vallées qu'ils occupaient. Dans leur cours moyen surtout, la hauteur de la glace était très considérable ; de grandes surfaces du glacier purent se joindre par cette circonstance à la région des névés ; cela explique l'avancement énorme des glaciers par l'adjonction au champ collecteur de toute la région du glacier dont

l'altitude était supérieure à la limite des neiges. Inversément, une forte ablation jusqu'au-dessus de cette limite du glacier pouvait soustraire en peu de temps au champ nourricier une très grande surface et provoquer un mouvement brusque de recul.

Cet épaississement qui ressemble aux grandes crues qui ont toujours lieu aussi sur le cours moyen et inférieur des cours d'eau, a été provoqué par la rencontre de divers glaciers confluents, coulant dans des vallées distinctes et qui furent forcés, après leur jonction, de s'introduire dans une vallée bien plus étroite que le total des vallées qu'ils avaient occupées précédemment. Le glacier réuni devait donc gagner en hauteur, ce qu'il n'avait pas en largeur. Les divers glaciers représentaient donc des lames de glace placées de champ. Leurs moraines devaient former des bandes de moraines internes comprises entre ces lames de glace. (Drumlins?). Conclusions :

1. La formation des glaciers diluviens n'exige pas un changement climatique aussi considérable qu'on le croit communément. L'épaississement du glacier dans les vallées moyennes ayant augmenté le champ nourricier, peut avoir suffi pour faire progresser les langues des glaciers.

2. L'avancement et le retrait des glaciers peut avoir été provoqué par des changements de niveau, ayant augmenté ou diminué la surface du champ nourricier.

3. Les moraines comprises entre les lames verticales de glace ont amené au fur et à mesure de la fusion la nappe de moraines de fond sur et devant le champ d'ablation du glacier. Les dépôts de boue n'ont pas nécessairement été transportés au-dessous du glacier, par le mouvement de celui-ci.

M. H. Schardt présente l'original de la nouvelle *feuille XVI de l'atlas géologique Suisse*, dont il vient de terminer la revision.

M. Schardt attire surtout l'attention sur l'application de la nomenclature et du figuré des dépôts glaciaires, conformément à un système nouveau adopté par la Commission géologique suisse. Outre les dépôts des glaciers alpins, cette nouvelle carte figure aussi les dépôts des glaciers jurassiens, en particulier les moraines datant de l'époque que M. Schardt appelle la *phase de récurrence des glaciers jurassiens*. M. Schardt a été surpris de trouver souvent fort loin du pied du Jura, des dépôts morainiques renfermant une forte proportion de matériaux de provenance jurassienne, reposant à la surface de moraines de fond à matériaux exclusivement alpins. Ces dépôts ont évidemment été formés après le retrait du glacier du Rhône. Il y en a de très beaux aux environs de Gex, près de Nyon, Gingins, Trélex, Coinsins, Aubonne, Gimel, Bière. Ces dépôts morainiques ne peuvent être attribués qu'à des glaciers descendus du Jura, *après le retrait des glaciers alpins*. Un glacier important a ainsi envahi le pays de Gex; un autre, plus puissant encore, descendu du Col de St-Cergues, a créé un superbe paysage morainique aux environs de Gingins, Trélex, Givrins, Coinsins. De même, le glacier du Marchairuz a poussé un moment donné jusqu'à Aubonne. Devant les moraines de ces glaciers s'étendent des terrasses fluvio-glaciaires qui se soudent, à l'approche du lac Léman, aux Deltas des cours d'eau actuels, mais se trouvent à des altitudes que le niveau du lac Léman n'a jamais atteintes.

Il y a donc eu, après le retrait du glacier du Rhône,

une récurrence des glaciers jurassiens qui ont envahi, sur une assez grande distance du Jura, le terrain que les glaces alpines venaient d'abandonner, en superposant aux dépôts exclusivement alpins, des moraines et des terrasses fluvio-glaciaires souvent presque entièrement formées de matériaux jurassiens, ou mêlées de débris alpins, ramenées en arrière par le mouvement de retour des glaces. En effet, cette récurrence, en somme anormale, s'explique aisément de la manière suivante : Pendant la forte expansion des glaces alpines le glacier du Rhône *refoulait* littéralement les glaces propres au Jura, en forçant celles-ci à s'écouler vers l'ouest, où elles ont déposé des moraines énormes au delà de Pontarlier, dans la vallée de Mièges, etc. Au moment du retrait du glacier du Rhône, une rupture se produisit dans la nappe de glace, non pas au pied même du Jura, mais à une certaine distance de celui-ci. Le glacier du Rhône se retirait dans le bassin du Léman, tandis que la branche rhénane était supprimée ; alors, les glaces refoulées du Jura se firent jour en descendant vers le plateau suisse. Le premier avancement était une phase de progression excessive, mais de courte durée, ainsi que le prouvent les faibles dimensions des moraines terminales.

Le glaciaire de la région du Léman est particulièrement compliqué par le fait que le phénomène qui vient d'être décrit a dû se répéter au moment de chaque retrait du glacier du Rhône après la suppression de sa branche rhénane. De même, au moment de la progression, la branche rhodane, en suivant la dépression du lac Léman, a dû avancer d'abord seule au delà du Jura ; ce n'est qu'ensuite, avec l'augmentation de

l'altitude de la glace, que la branche rhénane a pu se développer.

M. le D[r] J. Frueh, de Zurich, expose une série de photographies qu'il a faites en décembre 1897, et destinées à montrer la *structure écailleuse de la neige* telle qu'elle se produit sous l'action des rayons solaires lorsque le soleil est bas et l'atmosphère tranquille, comme c'est le cas, par exemple pendant un anticyclone. Cette structure, qui est la vraie structure écailleuse, est bien distincte de la « surface écailleuse » de Saussure (*Voyages*, IV, 1776, § 2013), un phénomène qui semble n'avoir pas été très bien compris par Ratzel (*Die Schneedecke*, *Kirchhoffs-Forschungen*, IV, 1889).

En terminant, l'auteur prie ses collègues de bien vouloir lui communiquer les observations analogues.

M. Frueh présente ensuite à la section des échantillons de *honycombed limestone du lac Huron*; ces curieuses formations ont été décrites par R. Bell (*Bull. of the geol. Soc. of America*, vol. VI, 297-304) qui les considère comme les résultats de l'action de l'eau du lac chargée d'acide sulfurique sur des galets calcaires. L'auteur a trouvé des galets sculptés analogues dans le lac de Zurich, et admet que l'érosion qu'ils ont subie est due, en tout cas, en grande partie à des organismes, algues, bactéries[1].

M. Luethy, de Berne, présente un *relief de la région du St-Gothard* exécuté d'après X. Imfeld par un procédé nouveau, un alliage métallique spécial.

[1] Voir ci-dessus communication de M. Gremaud, p. 484.

Zoologie.

Président : M. le Prof. Th. Studer, de Berne.

Secrétaire : M. le Dr R.-O. Buri, de Berne.

Standfuss. Études de zoologie expérimentale en corrélation avec la théorie de l'évolution. — **Blanc. Fécondation de l'œuf de** la truite. — Fischer-Sigwart **Mammifères et oiseaux rares de Suisse. — Hagmann.** Variabilité dans la **longueur des dents de quelques carnivores.** — Carl. Sur le genre Collembola **en Suisse.** — Buhler-Lindemeyer. **Époque** du passage des oiseaux **migrateurs à Bâle en** 1895-98. — Keller. Recherches sur le Pediaspis **aceris. — Urech. Variétés aberrantes des Vanessa.** — Lang. Helix nemoralis et Helix hortensis. — Émery. Sur un Oligochète noir de l'Alaska. — Meyer-Eimar. Fossile nouveau de l'Éocène d'Égypte. — Fatio. Sur la représentation des Faunes locales dans les musées. — Yung. Intestin des poissons. Plankton du Léman. Spécimen de l'Eupomotis gibbosa pêché dans le port de Genève. — Musy. Quelques animaux disparus dans le canton de Fribourg. — Haviland-Field. Le Concilium bibliographicum.

Dans la première assemblée générale, M. le Dr Standfuss, de Zurich, rend compte d'une série d'expériences qu'il a faites sur des *Lépidoptères* soit en soumettant des chrysalides à diverses températures, soit en provoquant des accouplements hybrides.

La première catégorie d'expériences consistait d'une part à élever ou abaisser la température du milieu ambiant d'une façon constante mais modérément et sans dépasser + 4° comme minimum + 39° comme maximum, d'autre part à exposer temporairement la chrysalide à des températures allant jusqu'à — 18° et + 45°. Ces opérations ont provoqué chez presque toutes les espèces étudiées des modifications sensibles du papillon soit dans sa couleur, soit dans sa forme ou

sa taille (voir pour les détails dans les *Denkschriften der Schweiz. naturforsch. Gesells.*, 1898, p. 1 à 40).

Certains types aberrants obtenus par l'emploi temporaire de températures élevées se rapprochent beaucoup de certaines variétés très rares rencontrées dans la nature qui sont dues évidemment à des causes semblables. D'autre part l'auteur est arrivé à élever, en suivant le plus possible les conditions normales d'existence de cette espèce, des produits d'une variété très aberrante de *Vanessa urticæ* obtenue par l'emploi temporaire de basses températures. Des papillons ainsi obtenus, la plupart ont repris les caractères normaux de l'espèce, tandis que quatre individus mâles ont conservé des caractères aberrants de la même nature que ceux de leurs parents. Or, parmi les innombrables individus provenant de la *Vanessa urticæ* normale qui ont été élevés dans les mêmes conditions que ces descendants d'une variété aberrante, aucun n'a présenté les mêmes caractères que ceux-ci et ces constatations ont par suite un grand intérêt au point de vue de l'action des conditions extérieures sur la transformation des espèces.

Pour ses essais d'hybridations l'auteur est parti de l'idée que, si la multiplication des espèces s'est faite et se fait encore par la scission de certains groupes d'individus en deux ou plusieurs séries divergeant progressivement jusqu'à la spécialisation complète, les essais de croisement pourraient servir de critère pour établir le degré de divergence et de différence physiologiques entre des formes voisines. Cette manière de voir a été pleinement justifiée par l'expérience. En effet, en partant d'accouplements hybrides incapables

de créer des produits ou du moins des produits viables, il a composé une succession de couples formés d'individus appartenant à des espèces de plus en plus voisines jusqu'à ce qu'il arrivât à obtenir une forme bâtarde apte à la reproduction quoique à un médiocre degré.

Les caractères des hybrides primaires obtenus par le croisement de deux espèces différentes varient assez et se rapprochent plutôt de ceux des types anciens que de types récents. Des hybrides secondaires produits par accouplement de deux hybrides primaires ont été obtenus, mais pas encore élevés : quant aux hybrides secondaires obtenus par le croisement d'un hybride primaire mâle avec une femelle d'une des deux espèces originelles ou d'une troisième espèce, leurs caractères varient beaucoup d'un individu à l'autre. Il ressort de l'étude de tous ces hybrides secondaires une tendance générale à revenir aux caractères d'un type ancien, tendance plus marquée encore chez les formes bâtardes dérivées de trois espèces différentes.

Parmi ces produits de croisement l'on distingue des mâles plus ou moins aptes à la reproduction suivant les individus, des femelles presque toutes stériles et, en proportion très variable suivant les accouplements, des individus gynandromorphes.

Ces faits jettent un jour intéressant sur les causes qui règlent le développement des produits des accouplements normaux en individus mâles normaux et individus femelles normaux.

Le Prof. Henri Blanc de Lausanne, entretient la Section de son travail sur la *fécondation de l'œuf de la Truite* publié en 1894 et dont les résultats ont été récemment

contestés par G. Behrens qui a étudié le même objet.

Ne pratiquant que la méthode des coupes, faisant fi des germes traités et montés *in toto*, Behrens nie l'existence de deux sphères attractives et par conséquent de deux centrosomes distincts, d'origine différentes, séparé l'un de l'autre avant la conjugaison des deux pronucléus ♂ et ♀. Il n'y a pour lui, dans l'œuf de la Truite, qu'un spermocentre qui se divise pour fournir les deux corpuscules polaires du futur noyau de segmentation.

Tout en reconnaissant que sa méthode ne se prête pas à l'observation de certains détails, M. H. Blanc fait circuler les dessins de préparations microscopiques, utilisées pour ses recherches et faites avec des germes colorés et montés en entier 6 à 7 heures après la fertilisation. Ces préparations qui sont examinées séance tenante par plusieurs spécialistes démontrent bien qu'au moment de la fécondation, alors que les deux pronucléus sont encore nettement séparés l'un de l'autre et lorsqu'ils sont même en pleine conjugaison, il existe dans leur voisinage deux sphères attractives. Ces deux sphères étant distantes l'une de l'autre de 0,07 mm., il est reconnu que l'auteur du travail critiqué par Behrens ne pouvait interpréter autrement qu'il ne l'a fait, les préparations démontrées ; qu'il lui était impossible de considérer les deux sphères comme les produits de la division d'une sphère unique et quoiqu'il n'ait pas pu observer de spermocentre et d'ovocentre, il devait, pour être logique, nier la division d'un spermocentre en deux et supposer au contraire, l'existence de deux centres différents provoquant autour d'eux, dans le protoplasme du germe, l'apparition de deux sphères attractives.

M. le D[r] Fischer-Sigwart, de Zofingue, parle de *quelques animaux rares observés en Suisse* pendant ces dernières années.

Il signale tout d'abord un couple d'étourneaux qui vécut de 1892 à 1897, dans les environs de Brittnau et donna le jour chaque année à un ou deux petits albinos; ceux-ci ne se sont jamais trouvés que dans la première couvée, sauf en 1892 où la seconde couvée en contenait deux; par contre dans la seconde couvée de 1895, sur sept œufs, quatre donnèrent des individus normaux, trois ne furent pas viables, et l'auteur attribue ce fait à une dégénérescence des parents qui serait aussi la cause de l'albinisme d'une partie de la progéniture. Parmi les descendants normaux du couple en question, plusieurs, semble-t-il, ont hérité de la tendance à avoir des petits albinos. En outre M. Fischer a observé, en 1897, une femelle semi-albinos, provenant toujours de la même paire, ayant une tête blanche et une raie blanche sur la poitrine et le ventre, mais des yeux normaux, et dont deux petits étaient albinos.

Ces différents étourneaux albinos, étant pourvus d'yeux très imparfaits, ne tardent pas à devenir la proie des chats ou des corneilles. M. Fischer a pourtant pu en recueillir plusieurs, presque tous grièvement blessés; l'un d'eux vit encore actuellement.

L'auteur signale en outre un albinos partiel de geai, tué en février 1897, près de Fulenbach (Soleure), et un albinos presque parfait de corneille, tué en septembre 1897, dans le Götzenthal près d'Adlingenschwyl (Lucerne).

Il peut être intéressant de citer ici une capture faite

en mai 1898, près de Goldau par M. Zollikofer, d'une nichée d'harle huppé avec la mère et douze petits, car elle prouve que cette espèce peut nicher en Suisse. Du reste d'autres oiseaux qui nichent dans la règle dans le Nord, prennent de plus en plus l'habitude de nicher chez nous. Ainsi l'auteur possède : 1° un vieux mâle en plumage de noce et trois petits récemment éclos de grèbe huppé, provenant des environs du lac de Hallwyl ; 2° quatre œufs de courlis cendré, trouvés en mai 1896, près de Kloten (Zurich); 3° un individu de la même espèce encore vivant, qui fut pris dans le nid sur les bords du lac de Constance au printemps 1894.

En fait d'échantillons curieux de sa collection, M. Fischer signale encore une variété de corneille avec le bec supérieur très long et fortement recourbé, tuée en 1897 près de Hagethal (Haute Alsace), un lièvre blanc des Alpes, tué dans le Jura. Il indique enfin l'existence dans les collections du Musée de St-Gall, d'un bâtard de lièvre commun et de lièvre blanc, qui a été tué dans les Grisons en 1897.

M. le Dr G. Hagmann, de Strasbourg, parle des variations qu'il a observées dans les dimensions relatives des diverses dents chez quelques carnassiers.

Il a entrepris en effet pour son étude de la faune pléïstocène de Vöklinshofen (Haute Alsace), une série de mensurations sur des mâchoires, soit de carnassiers quarternaires, soit de types voisins récents, dans le but de fixer les limites des variations dont chaque espèce est susceptible ; les résultats ainsi obtenus sont les suivants :

Canis Lupus. Woldkirch a distingué, parmi les représentants pleïstocènes de cette espèce, trois types : Lupus vulgaris fossilis, L. spelaues et L. Suessii, nettement distincts d'après lui par les relations de grandeur entre la longueur de la carnassière et la hauteur du maxillaire inférieur.

Or M. Hagmann a constaté que sur vingt exemplaires de loups adultes des collections zoologiques de Strasbourg ces mêmes relations varient au moins autant qu'entre les trois types de Woldkirch ; il en conclut que cette distinction ne peut être conservée.

Ursus. Ce genre est représenté à Vöklinshofen par U. spelaeus et U. arctos, deux espèces à peine distinctes par la longueur de leur rangée de molaires, mais différant sensiblement par la hauteur de la branche horizontale de leur maxillaire inférieur. M. Hagmann a constaté en outre que la mâchoire de U. spelaeus est moins puissante que celle de U. arctos et de la plupart des ours, U. malaganus, U. americanus, U. labiatus et U. maritimus, ayant seuls une mâchoire moins puissante encore.

Felis. La disposition de la mâchoire ne pouvant servir à distinguer les diverses espèces de félins, l'auteur a cherché, sans succès du reste, à établir des caractères distinctifs sur les dimensions relatives de la carnassière et de la prémolaire suivante. Il donne un tableau de ses mesures pour F. leo, F. tigris et F. onca.

Hyena. Il existe dans ce genre deux groupes : celui de H. spelaea et H. crocuta et celui de H. striata et H. brunnea, nettement distincts par la forme de leurs carnassières. La carnassière inférieure a en effet un talon très réduit dans le premier groupe, tandis

qu'il est bien développé dans le second et la carnassière supérieure présente dans le premier groupe un tubercule antérieur externe beaucoup moins développé, un tubercule postérieur externe plus développé que dans le second.

Outre les espèces sus-mentionnées l'on a découvert encore à Vöklinshofen les carnassiers suivants : Vulpes vulpes, V. lagopus, Gulo borealis, et Felis lynx.

M. le Dr Carl fait une communication sur les *Collembolidés* de la Suisse.

C'est en automne 1897 qu'il a commencé à collectionner et déterminer les Collembolidés du plateau suisse et des Alpes et en neuf mois il a récolté en Engadine, dans l'Oberland bernois et dans les environs de Berne 72 espèces et 15 variétés. Si l'on y ajoute 4 espèces signalées par Nicolet dans le Jura le nombre des formes différentes connues en Suisse s'élève à 91 dont 41 vivent dans les Alpes et 69 sur le plateau suisse.

Quoique les résultats déjà acquis aient besoin d'être complétés par des recherches sur des territoires plus étendus, l'on peut déjà en déduire quelques données intéressantes. Il faut remarquer tout d'abord la forte proportion d'espèces communes à la Suisse et à l'Europe septentrionale; c'est ainsi que 51 des espèces signalées par Schæffer dans les environs de Hambourg se retrouvent dans notre pays et l'on connaît maintenant environ 60 espèces ou variétés communes à la Suisse d'une part, la Scandinavie et la Finlande de l'autre. C'est justement parmi ces formes septentrionales que se trou-

vent les types les plus répandus soit en distance horizontale soit en distance verticale.

A 2000 mètres l'on trouve encore dans les Alpes d'abondants Collembolidés cachés sous la mousse et les pierres; l'auteur en a récolté jusqu'à 2340 mètres et il admet que l'Isotoma saltans remonte plus haut encore sur les glaciers. Certaines espèces sont aussi abondantes à de grandes hauteurs et dans le voisinage des glaciers que dans les régions les plus basses du plateau; d'autres au contraire, telles que l'Orchesella villosa, vivent surtout sur les points élevés. Enfin d'autres encore sont abondantes dans les régions basses, deviennent de plus en plus rares à mesure qu'on s'élève et prennent parfois aux altitudes extrêmes qu'elles peuvent atteindre un type un peu aberrant. Du reste chez les espèces qui habitent aussi bien les régions basses que les régions élevées l'on constate souvent une modification de l'animal qui tend à prendre une couleur toujours plus foncée et dont la taille diminue progressivement à mesure qu'il vit à de plus grandes altitudes.

L'auteur a constaté à diverses reprises l'existence de certaines espèces en quantité considérable sur la neige. Plusieurs d'entre elles se rencontrent à la fois sur la neige et dans des conditions bien différentes, par exemple sous des écorces ou sous des pierres. L'isotoma saltans en particulier, qui est pour ainsi dire l'emblème de la faune des glaciers, a été retrouvé d'une part sur une place très ensoleillée du versant Sud du Faulhorn loin de toute flaque de neige, d'autre part près de Grindelwald bien au-dessous de l'extrémité du glacier. Il semble donc que les conditions d'existence de certaines espèces sont des plus larges et que la multitude

d'individus qui circulent par moments sur la glace proviennent de migrations parties d'un tout autre point.

M. Th. Bühler-Lindemeyer, de Bâle, fait une communication sur le *passage des oiseaux au printemps* dans les environs de Bâle. Il y a déjà plusieurs années qu'il a entrepris ses recherches sur les oiseaux de passage plus spécialement au printemps ; il a toujours procédé avec la plus grande prudence ne tenant compte que des oiseaux qu'il a vus ou entendus lui-même et de ceux qui lui ont été signalés par des personnes absolument sûres. Depuis le milieu de mars jusqu'à la fin de mai il a fait au moins trois fois par semaine des excursions matinales dans les régions les plus favorables à l'établissement des oiseaux et, des nombreuses observations ainsi recueillies, il a pu tirer les déductions suivantes :

Il existe une série d'oiseaux qui apparaissent dans nos pays toujours exactement à la même époque de l'année ; ce sont : le Rossignol, le Rouge-queue, la Fauvette grisette, la Grive musicienne, l'Hirondelle de cheminée, l'Hirondelle de rivage, l'Alouette des champs, le Coucou, la Cigogne.

D'autres passent moins exactement ; ce sont : le Pouillot véloce, l'Hirondelle de fenêtre, le Martinet noir, le Torcol, le Ramier, la Huppe et l'Alouette lulu.

Enfin le Gobe-mouches becfigue et le Loriot sont tout à fait irréguliers.

D'autre part l'auteur a constaté une augmentation sensible des Torcols, Loriots, Huppes, Rossignols, Gobe-mouches becfigues, Serins, Rousserolles, et au contraire une diminution très marquée des Fauvettes à

tête noire, Hirondelles de fenêtre, Rossignols de Mars, Grives musiciennes et Bécasses. La Caille très commune dans les environs de Bâle il y a quelques années, a maintenant presque complètement disparu.

L'auteur se propose du reste de compléter ses observations en continuant ses études pendant beaucoup d'années encore.

M. le prof. Dr C. KELLER, de Zurich, expose à la Société quelques observations qu'il a faites sur la *biologie du Pediaspis aceris*. L'on savait jusqu'à présent que cette espèce produit des galles sur les feuilles et les racines de l'érable. Or l'auteur à découvert ce printemps des galles attribuables à cet insecte non seulement sur les feuilles, mais aussi en nombre considérable sur les fleurs de cet arbre. Le pistil portait alors 2 ou 3 galles tandis que les étamines avaient subi un raccourcissement notable de leur filet.

Pediaspis aceris présente ainsi une analogie curieuse avec Cynips baccarum, la guêpe des noisetiers.

M. le Dr F. URECH, de Tubingue, montre quelques échantillons aberrants qu'il a obtenus dernièrement soit de *Vanessa urticæ*, soit de *Vanessa io*.

En ce qui concerne la première espèce il a obtenu tout d'abord par l'action alternative des températures froides et normales sur les chrysalides jeunes une Vanessa urticæ aberr. polaris artifice et une Vanessa urticæ aberr. Donar (appelée jusqu'ici ichnusoïdes artifice).

D'autre part, en serrant au moyen d'un fil la chrysalide encore tendre au-dessus des ailes rudimentaires, il a constaté qu'avec une faible pression la couleur du

pigment des écailles sur la région externe de l'Aile est seule modifiée tandis que la membrane de l'aile et les écailles restent intactes. Avec une pression plus forte la membrane se plisse sous le fil, puis avec une pression plus forte encore, les écailles sont gênées dans leur développement et finalement elles ne se développent plus du tout depuis la ligne de pression sur toute la partie externe de l'aile.

Les chrysalides de Vanessa Io exposées alternativement à des températures normales et froides donnent des Vanessa Io aberr. Iokaste chez lesquelles tout le pigment jaune des ailes antérieures est remplacé par du pigment en partie brun rougeâtre, en partie brun et en partie noire, et les écailles bleues et noires des yeux des ailes postérieures deviennent grises. Si l'on fait agir d'autre part des températures alternativement normales et élevées l'on obtient la Vanessa Io aberr. calore nigrum maculata.

L'auteur a provoqué aussi chez cette espèce des modifications de la substance pigmentaire en comprimant les ailes par une liaison de la chrysalide, quoiqu'il soit difficile de ne pas amener par cette opération une atrophie des ailes.

M. le prof. Dr A. Lang, de Zurich, fait une communication sur quelques cas d'*atavisme chez Helix nemoralis et Helix hortensis*.

C. Emery. — *Sur un oligochète noir des glaciers de l'Alaska.*

Ce petit ver a été observé par Russell sur la neige qui recouvre le glacier de Malaspina et retrouvé dans les

mêmes lieux par le Dr De Filippi qui faisait partie de l'expédition de S. A. R. le Duc des Abruzzes au Mont St-Elie. On le rencontre avant le lever du soleil à la surface; puis il disparaît sous la neige à une grande profondeur. Cet animal doit constituer un nouveau genre dans la famille des Enchytréides. Son caractère le plus remarquable est la pigmentation noire de l'épiderme qui est unique parmi les Oligochètes décrits jusqu'à ce jour. Mais il existe des espèces alpines encore inédites qui offrent une pigmentation marquée de la peau, quoique moins intense que chez le ver de l'Alaska. Quelques exemplaires d'une espèce récoltée dans un petit lac sur le Mont-Rose, par le regretté R. Zoja sont présentés à l'assemblée. Il serait à désirer que l'attention des naturalistes qui explorent les Alpes se portât sur les Oligochètes limicoles, jusqu'ici fort négligés.

M. Meyer-Eimar, de Zurich, montre et décrit un nouveau fossile de l'Eocène d'Egypte.

Le Dr V. Fatio, de Genève, parle de l'utilité qu'il y aurait à faire, dans chacun de nos Musées suisses, non pas des collections de vertébrés et d'invertébrés du pays entier, collections fédérales qui ne pourraient être que des copies plus ou moins complètes les unes des autres, mais bien des collections cantonales ou locales qui, embrassant un champ d'exploration beaucoup plus restreint, permettraient une étude beaucoup plus circonstanciée de la distribution, du développement, de la biologie et de la variabilité d'espèces en nombre par le fait plus limité.

Il rappelle les directions qu'il donnait déjà à ce sujet

en 1872, dans une communication en assemblée générale de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Fribourg, et appuie plus particulièrement sur l'établissement indispensable d'une carte détaillée du champ d'étude et surtout d'un catalogue spécial où toutes données d'âge, de sexe, d'époques, de provenance exacte, etc., ainsi que toutes observations biologiques, morphologiques ou autres se rapportant à chaque individu en collection seraient consciencieusement enregistrées, sous le numéro porté par celui-ci.

Dans le cas où un Musée tiendrait absolument à embrasser dans ses collections la faune suisse entière, il voudrait que l'on distinguât de manière ou d'autre, tout ce qui provient du canton, du bassin ou de tel ou tel champ d'étude déterminé ; les sujets composant la faune ou la collection locale devraient porter alors une étiquette de couleur particulière et faire l'objet d'une mention toute spéciale dans le catalogue.

Il explique à ce propos la subdivision du pays en onze régions comprenant de une à quatre zones superposées, ainsi que les signes conventionnels abréviatifs proposés par V. Fatio et Th. Studer, dans leur Catalogue distributif des Oiseaux de la Suisse, en 1892, et demande seulement qu'on porte dorénavant à 6, au lieu de 5, les chiffres de fréquence comparée.

On est aujourd'hui dans le siècle de la division du travail, et, pour le naturaliste voyageur qui visite nos collections suisses, il importe souvent bien plus de trouver une représentation aussi complète que possible des espèces ou des formes qui figurent dans telles ou telles conditions que de rencontrer des représentants égrenés d'espèces exotiques.

Les Musées suisses, sauf dans certains groupes peut-être, ne peuvent avoir la prétention de lutter, pour les collections générales, avec ceux de plus grands centres beaucoup plus favorisés et fortunés.

Considérant que des collections locales bien établies seraient appelées à rendre de grands services aux zoologistes, tant de la Suisse que de l'étranger, M. Fatio recommande la chose aussi bien aux directeurs de nos différents Musées qu'à la Société zoologique suisse récemment fondée en vue de l'étude de la Faune du pays, et aux diverses autorités cantonales qui feraient œuvre d'utilité publique et de patriotisme en accordant largement les facilités et les subsides indispensables à semblables intéressantes créations.

Dans la première assemblée générale, M. le prof. Emile Yung résume les recherches qu'il a faites sur *la structure intime et les fonctions de l'intestin des Poissons*. Le point capital sur lequel il insiste est la diversité des moyens employés par ces animaux pour atteindre le même but : la digestion des proies ingérées. Les uns y parviennent au moyen des sucs sécrétés par l'épithélium à peu près uniforme qui tapisse d'un bout à l'autre leur intestin rectiligne (*Petromyzontes*). Les autres déploient une grande variété d'éléments, tous d'origine épithéliale, il est vrai, mais différenciés selon les régions de leur intestin qu'on peut diviser en un œsophage, un estomac au sens histologique du mot, un intestin moyen et un intestin terminal (*Sélaciens*). Chez les derniers, un foie et un pancréas distincts viennent compléter encore le tube digestif si hautement organisé. Entre ces deux extrêmes, existent

une quantité de types intermédiaires chez lesquels on assiste à la transformation progressive des cellules épithéliales en cellules gastriques.

Pour en donner une idée, M. Yung expose une grande planche sur laquelle il a figuré l'intestin de *Petromyzon marinus*, de *Leuciscus rutilus*, de *Perca fluviatilis*, d'*Esox lucius* et de *Scyllium catulus*. avec les formes cellulaires contenues dans sa muqueuse. Ces cinq espèces correspondent à cinq des principaux stades évolutifs du tractus intestinal : *a*, intestin droit à diamètre peu variable et à épithélium cylindrique prédominant ; *b*, intestin recourbé à double anse, avec une dilatation dans la région stomacale et un épithélium à cellules caliciformes en majorité, épithélium formant des cryptes mais non de véritables glandes gastriques, intestin dépourvu par conséquent d'estomac au sens propre ; *c*, intestin recourbé à plusieurs anses et atteignant parfois une très grande longueur, avec un estomac en sac, tapissé dans sa portion antérieure de glandes gastriques et dans sa portion postérieure de glandes muqueuses, pancréas diffus ; *d*, intestin recourbé à deux ou un plus grand nombre d'anses, avec un estomac proprement dit, tapissé sur toute son étendue de glandes gastriques, de glandes muqueuses entremêlées, pancréas également diffus ; *e*, intestin recourbé à deux anses, avec un vaste estomac divisé en deux portions, l'une très large, l'autre (le tube pylorique) très étroite, mais tapissées toutes deux de glandes gastriques en majeure partie ; pancréas massif.

Faute de temps, M. Yung ne peut développer les résultats physiologiques de son étude ; ce sont à ses yeux les plus nouveaux. Chez les Cyclostomes et chez

les Cyprinoïdes, la digestion se fait surtout en un milieu neutre ou légèrement alcalin et revêt le type d'une digestion pancréatique. En revanche, chez les Sélaciens et particulièrement chez les Squales, la digestion se fait alternativement en milieu acide, puis en milieu alcalin ; elle est successivement du type gastrique et du type pancréatique se rapprochant ainsi de la digestion des animaux supérieurs seuls bien connus sous ce rapport.

M. le prof. E. Yung, de Genève, poursuivant depuis huit mois des recherches quantitatives sur le *plankton du lac Léman* a pu se convaincre des imperfections de la méthode employée généralement dans cette étude. Persuadé, d'autre part, que les résultats publiés jusqu'ici par divers auteurs ne peuvent être comparés, par la raison qu'ils ont été obtenus par des procédés différents, M. Yung est tenté de considérer ces résultats comme ne présentant à peu près aucune valeur scientifique. Aussi propose-t-il à la section d'examiner la question de savoir quelle serait *la meilleure méthode à suivre pour recueillir et pour doser le plankton.* Personnellement, il fait usage d'un filet à petite ouverture (filet d'Apstein, petit modèle) dont la surface filtrante est calculée de façon à ce que toute l'eau qui entre puisse passer à travers et que, par conséquent, tous les organismes contenus dans cette eau se ramassent dans le réservoir cylindrique qui termine le filet. Il est certain que les filets à large ouverture livrent entrée à plus d'eau qu'il n'en peut filtrer par leurs parois ; il en résulte à l'intérieur du filet la formation d'un remou qui entraîne au dehors une fraction (incalculable et

variant avec la vitesse) du plankton. On ne sait jamais exactement de la sorte la quantité d'eau qui a vraiment filtré et l'on ne peut établir aucun rapport précis entre cette quantité d'eau et le volume du plankton qu'elle contient. M. Yung critique aussi les pêches horizontales parce que le filet traîné après le bateau n'occupe pas un niveau fixe et qu'il est difficile de ramener à chaque opération la même vitesse, la même inclinaison du filet et conséquemment la même quantité d'eau explorée. Ces raisons sont suffisantes pour justifier le choix qu'il a fait de pêches verticales : il est toujours facile de connaître le volume de l'eau filtrée qui équivaut à celui d'un cylindre d'eau de 10 centimètres de diamètre (diamètre de l'ouverture du petit filet d'Apstein) et d'une hauteur égale à la profondeur à laquelle le filet a été descendu. Quant au dosage du plankton, M. Yung l'effectue dans des tubes hauts d'un mètre et larges de 2 $^1/_2$ centimètres, effilés à leur extrémité inférieure et reliés par un caoutchouc à des éprouvettes graduées en dixièmes de centimètre cube. Ces tubes présentent l'avantage de pouvoir recevoir toute la pêche préalablement fixée au formol à 2 $^0/_0$; celle-ci y séjourne au moins vingt-quatre heures afin d'assurer son tassement. Et pour éviter les erreurs dues à la présence des grands Crustacés qui gênent l'accumulation régulière du fin plankton, on filtre au préalable le produit de la pêche sur une toile métallique dont les mailles mesurent 1/10 de mm. de côté et l'on sépare ainsi le gros et le petit plankton que l'on dose tour à tour.

M. Yung est prêt à adopter une autre méthode si ses collègues en planktonologie s'y décident, mais ce qu'il désire avant tout, c'est une unité dans les procédés de

recherches. Ce ne sont pas tant les résultats absolus qui importent, mais bien des résultats comparatifs. En terminant M. Yung, préconise la méthode américaine utilisant la pompe aspirante, tout en reconnaissant que son prix élevé la rend difficile.

La question est renvoyée à l'examen de la Commission limnologique.

M. E. Yung présente trois exemplaires d'un nouveau poisson recueillis dans une nasse à l'intérieur du port de Genève. Il s'agit de la *perche-soleil* ou *perche du Canada*, le *Sun-Fish*, introduit en Europe il y a déjà une dizaine d'années et qui paraît s'être acclimaté dans certains fleuves français, notamment la Loire (Voir l'*Intermédiaire des Biologistes*, 1e année, pages 61 et 81). M. le Dr Oltramare obtint, il y a deux ans, dans son établissement de pisciculture de Genève, une ponte prospère de progéniteurs achetés à Paris; il en sema des jeunes dans le Rhône et les individus apportés récemment à M. Yung par un pêcheur prouvent qu'ils y ont trouvé les conditions favorables à leur croissance. La perche-soleil est un joli poisson à coloration verte et vert-bleuâtre qui le fait ressembler à un Labre.

M. le professeur M. Musy, de Fribourg donne le résultat de son étude sur l'époque de la disparition de quelques mammifères du sol fribourgeois.

Ses recherches ont consisté à étudier les diverses lois qui, depuis le XVe siècle jusqu'à nos jours, ont réglé la chasse d'une part la destruction des fauves de l'autre et sur lesquelles il donne divers renseignements. Il a pu ainsi fixer assez approximativement l'abondance de

quelques espèces pendant les siècles passés ainsi que le moment de leur disparition par les primes payées pour les fauves tués et par les récompenses accordées pour le gibier de haute-chasse apporté aux membres du gouvernement.

On trouve des restes de *castor* (Castor fiber L.) dans les palafittes du lac de Morat et la Bibera (Bibernbach), qui se jette dans le même lac, doit certainement son nom à des colonies de cet intéressant rongeur. Sans pouvoir se baser sur des documents bien authentiques, on peut affirmer que cette espèce a disparu dans le courant du XIme ou du XIIme siècle.

L'*ours brun* (Ursus arctos L.) était fréquent pendant le XVIme et le XVIIme siècle. De 1507 à 1698 on en tua trente et un, principalement dans la région montagneuse qui s'étend de Planfayon à Bellegarde. Il a disparu dans le courant du XVIIme siècle ; celui qui fut tué à Barberêche en 1698, semble avoir été le dernier.

Le *cerf commun* (Cervus elaphus L.), était très abondant aux XVme et XVIme siècles. Les nombreux bois qui ornent les galeries de nos anciens châteaux en sont une preuve. Les derniers ont été tués, l'un le 27 juillet 1748, près de Broc, l'autre le 15 octobre de la même année près de Cerniat et le troisième près de Morat en 1750. On peut donc admettre que le cerf a disparu vers la fin du XVIIIme siècle et celui qui fut tué en 1871 dans les bois de Cottens était un sujet égaré.

Le *loup* (Canis lupus L.) abondait pendant les XVme, XVIme et XVIIme siècles et il parcourait la plaine aussi bien que la montagne. Chacun pouvait le tuer et recevait une prime pour chaque capture. *Trois cents loups* au moins ont été tués depuis 1504 à 1800. Au commen-

cement du XVIme siècle ils se faisaient surtout tuer dans la plaine, plus tard ils devinrent particulièrement fréquents dans la région des Alpettes. Au XVIIIme siècle, les loups étaient devenus très rares et cependant le dernier ne fut tué que le 27 avril 1837, dans les environs de Riaz.

Le *lynx* (Felis lynx L.), semble avoir toujours été très rare, le dernier connu a été tué près de Charmey, en 1826.

Le *sanglier* (Sus scrofa L.) est surtout mentionné dans le courant du XVme et du XVIme siècle, mais il ne disparut que vers le commencement du XIXme pendant lequel on en tua encore quelques-uns.

On a prétendu avoir tué des *chats sauvages* (Felis catus L.) au Vuilly en 1890 et en 1891 ; étaients-ils bien authentiques? c'est douteux.

Le *bouquetin* (Capra ibex L.) semble n'avoir jamais habité le territoire fribourgeois et le *chevreuil* (cervus capreolus L.), rare déjà au commencement du siècle, a beaucoup de peine à s'y maintenir et surtout à s'y multiplier.

Depuis cinq siècles, la classe des mammifères s'est appauvrie d'au moins sept espèces[1].

M. HAVILAND-FIELD, de Zurich expose le catologue du *Concilium bibliographicum* à Zurich.

[1] Voir Bulletin de la Soc. frib. des Sc. nat. Vol. VIII. 1898.

Botanique.

Président : M. le prof. Cramer, de Zurich.
Secrétaire : M. le prof. Ed. Fischer, de Berne.

Westermaier. Sur les ouvertures stomatiques — Ed. Fischer. Présentation du premier cahier de la Flore cryptogamique suisse. Expériences d'infection par des Urédinées alpines de M. Jacky. Expériences de culture du Protomyce macrosporus de Mlle Popta. — A. Maurizio. Diffusion et germination des Saprolégniées. Développement d'algues sur des plantes de serre. — Jean Dufour. Trois maladies de la vigne. — C. Schröter. Sur la variabilité dans le genre Pinus. — M. Rickli. Découverte de la Tulipa Celsiana près de Brigue. Le genre Dorycnium. — R. Chodat. Symbiose bactérienne et mycélienne. — Chodat. Recherches de M. Barth et de Mlle von Schirnhofer. — M. Micheli. Greffage du Clianthus Dampieri. Photographies de plantes rares. Exploration botanique au Mexique. — Paul Jaccard. Gentianes du groupe de G. acaulis. — Dutoit. Ronces intéressantes des environs de Berne.

M. le prof. Westermaier, de Fribourg, fait une communication sur l'*organisation des stomates des feuilles.* Devant publier incessamment ses observations à ce sujet, l'auteur ne nous en a donné aucun extrait.

M. le prof. Ed. Fischer, de Berne, présente le premier cahier des *Contributions à la Flore cryptogamique suisse* qui contient ses études sur le développement d'environ 40 espèces d'Urédinées suisses. Il résume l'état actuel de nos connaissances sur les Urédinées de la Suisse et fait ressortir les mérites des travaux des mycologues bernois Trog et Otth. Il parle ensuite avec quelques détails des *Puccinia* qui habitent sur le *Carex montana* et signale les relations qui existent entre le *Puccinia obtusata (P. arundinacea var. obtu-*

sata Otth) décrit par Otth et l'*Æcidium Ligustri* Strauss. L'auteur appuie sur les faits qu'il vient d'exposer, quelques considérations théoriques relatives à la Phylogénie des Urédinées.

M. Fischer parle encore des expériences d'*infection par des Urédinées alpines* faites à l'Institut botanique de Berne par M. E. Jacky. Les résultats obtenus peuvent se résumer comme suit :

1° Au bord du glacier de Corbassière (Valais), à 2650 mètres d'altitude, on a trouvé sur *Saxifraga oppositifolia*, un *Caeoma* ; dans le voisinage immédiat, on vit peu après se développer un *Melampsora alpina* sur *Salix herbacea*. Cela fit supposer que le Caeoma rentrait peut-être dans le cycle de développement du Melampsora, ce qui a été confirmé par l'expérience.

2° Un *Æcidium* observé à Fionnay (Vallée de Bagnes) sur *Aquilegia alpina* appartient au cycle d'un *Puccinia* qui vit sur *Agrostis alba*. Des téleutospores de ce dernier ont pu infecter également des plantes d'*Aquilegia vulgaris*. Le champignon est donc identique au *Puccinia Agrostidis* Plowright.

3° L'*Uromyces Aconiti-Lycoctoni* est un *Uromycopsis :* en semant les Teleutospores sur la même plante nourricière, on a pu y reproduire des *Æcidium* qui, semés à leur tour, ont donné de nouveau des Téleutospores. Les *Aconitum Napellus* et *paniculatum*, le *Trollius europaeus* n'ont pas été infectés par cet Uromyces.

Enfin M. Fischer communique quelques expériences d'infection au moyen du *Protomyces macrosporus* faites

à l'Institut botanique de Berne par Mlle C. Popta. Ces expériences ont montré que ce parasite n'est pas aussi spécialisé dans le choix de ses plantes nourricières que la plupart des Urédinées. Avec des spores récoltées sur *Ægopodium Podagraria*, l'auteur a pu infecter les Ombellifères suivantes : *Ægopodium podagraria*, *Palimba Chabraei*, *Bubon gemmiferum*, *Cicuta virosa*, *Libanotis vulgaris*, *Ferula thyrsiflora*, *Pachypleurum alpinum*, *Seseli montanum*, *Trinia vulgaris*, *Bunium virescens*, *Athamanta cretensis*.

Les résultats négatifs de quelques autres essais ne sont pas assez probants pour qu'on puisse en conclure à une résistance de quelques autres Ombellifères à l'infection de Protomyces macrosporus.

Dr A. Maurizio (Wädensweil). *Une méthode pour évaluer le nombre des germes de Saprolégniées dans l'eau et la vase.*

La faculté qu'on les Saprolégniées de se développer dans des conditions très variables et sur des substratum vivants ou morts et de produire ainsi de nombreuses colonies, donne un certain intérêt à la question du nombre de germes contenus dans l'eau et dans la vase.

J'ai pu, à l'occasion des recherches sur la distribution et la biologie de saprolégniées qui paraîtront dans l'organe de la Société « Deutsche Fischerverein » établir une méthode qui permet d'évaluer la quantité de ces saprophytes dans divers milieux.

Il se produit constamment dans les conduites où l'eau séjourne, des croûtes mycéliennes de plus ou moins grandes dimensions. J'ai non seulement rencontré de ces revêtements dans les conduites des divers laboratoires

à Zurich ou à Wädensweil, mais aussi dans les cuisines où l'eau n'arrive que momentanément. Ce ne sont pas seulement des Saprolégniées qui les font naître, mais des Bactéries et des ascomycètes incomplètement déterminés.

Ces dépôts ont servi de point de départ pour la détermination du nombre des germes de ces divers genres.

La matière obtenue est diluée au moyen d'une quantité connue d'eau. De cette dilution on prend un $^1/_2$ à 1 cm.c., qui servent à établir des cultures sur plaques qui permettront en tenant compte du débit de l'eau durant le temps d'expérience, de déterminer le nombre de germes ou des portions de mycélium qui ont pu être isolés des conduites.

J'ai obtenu ainsi un germe par 1000, 1500, 1900 litres. Ce résultat ne cadre que difficilement avec la constatation que dans des essais de quelques litres on trouve constamment plusieurs germes. On ne sait pas d'ailleurs non plus si la croûte doit son origine à un ou plusieurs germes.

Comme les filtres ordinaires laissent passer les zoospores et qu'à cause des grandes quantités d'eau à filtrer les bougies ne sont pas commodes, j'ai préféré utiliser la méthode de détermination directe.

L'eau est distribuée en vases d'une contenance de 8 à 10 litres. Sur la surface de cette eau on dépose en quantité suffisante des œufs de fourmis. Après deux jours on remarque sur les œufs un fin duvet. On les enlève et ceux de chaque vase sont comptés séparément.

Après cette première expérience on remet de nouveau des œufs de fourmis et on en trouve moins d'in-

fectés et moins encore à la troisième, ce qui montre que le nombre des germes a diminué.

Evalués de cette manière les germes de l'eau du lac de Zurich sont au nombre de 3,33 par litre, tandis que dans un étang à poisson près de Wädensweil on n'en trouve que 0,16 par litre.

Dans la vase en moyenne :

	Germes sur 100 gr. de la substance séchée à 100°	Germes dans 100 gr. de subst. organique (déterminée par calcination)
Lac de Zurich	6981,3	2497,1
Etang	4931,1	1637,7

Cette méthode est sans doute la seule actuellement qui permette d'évaluer le nombre des champignons dans l'eau.

Sans prétendre à une exactitude absolue, elle permet de reconnaître des degrés dans la distribution des genres et sous quelle forme les germes de Saprolégniées sont contenus dans ces milieux. Malgré quelques défauts, elle rendra de bons services.

A. Maurizio. *Développement d'algues épiphytes sur les plantes de serre.*

Les botanistes comme les horticulteurs connaissent les revêtements verts ou jaune qui se déposent sur des plantes de serre chaude.

Pendant les années pluvieuses de 1896 et 97, on trouvait beaucoup de ces taches de $^1/_2$ à 2 centim^2., formant un feutrage susceptible d'être enlevé en bandes. Je les ai rencontrées dans les serres de Wädensweil, de Zurich, Berne, Pavie, Milan et Monza. Ces algues sont absolument épiphytes.

Je cite parmi les plantes qui en souffrent ; *Adianthum Capillus veneris* et ses variétés, *Nephrolepis exaltata*, *Pteris lineata*, *Pt. nobilis*, *Pteris cretica*, *Pteris serrulata*, *Centradenia rosea*, et plusieurs *Begonia*. On en trouve, sur presque toutes les plantes à grandes feuilles comme les Aracées, les Artocarpées, les Araliacées, les Pipéracées.

Ces mêmes algues se retrouvent sur les tables et parois des serres. Ce sont ici principalement des Pleurococcus et des Protococcus. En outre *Cystococcus humicola*, *Nostoc* sp., *Occilatoria Froehlichii*, *Cylindrospermum macrospermum*, *Oscillatoria tenerrima*, des fragments de *Vaucheria*, prennent aussi souvent un beau développement. D'autres espèces s'y trouvent en moins grande quantité.

Ce revêtement d'algues est plus ou moins épais et atteint parfois presque l'épaisseur de la feuille elle-même. Dans ce cas-là, la fonction amylogène de celle-ci est fortement affaiblie. En outre la transpiration diminue sensiblement. A la face inférieure, les algues pénètrent dans les stomates, s'y multiplient et les désorganisent.

La nature de la surface de la feuille, l'épaisseur de l'épiderme, l'existence ou l'absence de poils, etc., influent naturellement beaucoup sur ce phénomène.

M. Jean Dufour, directeur de la Station viticole de Lausanne, parle de *quelques maladies nouvelles de la vigne et de leur traitement*.

Les maladies dont il est question ici sont le *Black-rot*, qui cause de grands ravages en France, mais n'a pas encore été signalé en Suisse, la *maladie brune* qui s'est

montrée dès 1894 dans certaines localités du canton de Vaud et du Valais; enfin une forme nouvelle et dangereuse du *mildiou* observée sur les grappes en fleurs.

M. Dufour montre des échantillons de feuilles et grappes atteintes de ces maladies et décrit les parasites cryptogames qui en sont la cause.

Le *Black-rot* produit sur les feuilles des taches brunes qui présentent à leur surface de petites pustules noires (pycnides), organes de reproduction du parasite. Les spores tombent ensuite sur les grappes et les infectent, en produisant une pourriture dangereuse. Les grains atteints se flétrissent, se rident et se dessèchent, tout en devenant d'un noir bleuâtre; les mêmes pustules noires que sur les feuilles se montrent bientôt à leur surface. Des récoltes entières peuvent être anéanties ainsi en peu de jours. La maladie importée d'Amérique existe depuis 1885 en France, principalement dans le Sud-Ouest; mais on l'a constatée aussi en Beaujolais, dans l'Ain et plus récemment, dans le Département du Jura.

M. Dufour a observé la maladie à Salins, vignoble qui se trouve à peu de distance de la frontière suisse. Les traitements à la bouillie bordelaise sont les seuls qui présentent quelque efficacité et encore sont-ils dans beaucoup de cas insuffisants pour protéger complètement la récolte.

La *maladie brune*, due au *Septocylindrium dissiliens* Saccardo, avait été observée pour la première fois en 1834 dans les environs de Genève, par Duby et de Candolle. Des dégâts assez considérables avaient eu lieu alors, les vignes s'étant défeuillées de bonne heure

sous l'action du parasite. Depuis cette époque il n'avait pas été fait mention de cette maladie, qui est apparue de nouveau en 1894, à Ollon, Saxon et St-Léonhard, causant également un dessèchement précoce des feuilles. Le parasite est facilement reconnaissable aux taches brunes qu'il produit sous les feuilles atteintes et à la forme de ses spores. Les traitements essayés : soufrages et sulfatages n'ont pas produit grand effet. Il semble cependant que le soufre est plus énergique et peut dans une certaine mesure prévenir la maladie.

Le *mildiou*, bien connu déjà sur les feuilles et les grappes formées, s'est attaqué cette année d'une façon très intense aux grappes, immédiatement avant la floraison, arrêtant celle-ci et provoquant la coulure sur une grande échelle. Des recherches microscopiques ont montré que le mycelium du Peronospora avait envahi complètement les organes de reproduction et spécialement les ovaires. Un traitement avant la fleur est à recommander vivement.

M. le prof. C. Schröter, de Zurich (absent), a fait déposer sur le bureau une brochure « Ueber die Vielgestaltigkeit der Fichte (*Picea excelsa* Lin), » renfermant un grand nombre d'observations sur les formes diverses de cet arbre.

M. Rickli, de Zurich, signale la découverte qu'il a faite près de Brigue de la *Tulipa Celsiana*, puis présente quelques considérations sur le genre *Dorycnium*, qui est représenté en Suisse par deux espèces appartenant à la section *Eudorycnium* dont elles offrent toutes deux les caractères distinctifs, avec une grande netteté (ailes soudées au

sommet et munies de deux poches latérales, calice faiblement bilabié, légume arrondi, ordinairement monosperme). L'une est le *D. herbaceum* Vill., qui ne se rencontre que dans la partie la plus méridionale du Tessin. L'autre habitant les Grisons, est bien connue des botanistes, sa position systématique a été très discutée. Successivement rattachée au *D. suffruticosum* Vill., au *D. decumbens* Jord., ou traitée par M. Gremli, comme variété spéciale du *D. Jordani*, Loret et Barrandon, elle a été finalement classée par M. Burnat, comme *D. suffruticosum var. germanicum*.

C'est une espèce à propos de laquelle se posent plusieurs questions intéressantes, relatives à son origine, à son affinité, à son aire géographique, etc. Pour M. Rickli, elle représente une forme parallèle au *D. suffruticosum var. genuinum* dont l'aire est plus occidentale. Elle est assez répandue dans toute la région des collines préalpines de la Haute et Basse-Autriche, pousse une pointe du côté de la Moravie, une autre le long du Danube jusqu'au Banat, une troisième enfin du côté de la Styrie, de la Carinthie, de la Carniole jusqu'au littoral Dalmatien et au nord de la Grèce, où dans le Pinde et dans les Alpes Dinariques de la Bosnie, et de l'Herzégovine (1600 à 2000 mètres), elle se modifie et prend un aspect déprimé, des feuilles étroites et courtes. L'auteur considère cette plante qui a été décrite par Heldreich sous le nom de *D. nanum*, comme une forme alpine de *D. suffruticosum, var. germanicum*.

Enfin M. Rickli a terminé sa communication par une étude de 6 variétés du *D. hirsutum* L., fondées sur l'apparence et la conformation des feuilles, la grandeur des

fleurs et particulièrement l'indument. Ces six variétés sont assez distinctes et d'une manière générale, on peut dire que les formes les plus poilues appartiennent à la zone septentrionale de la région méditerranéenne et les plus glabres à la zone méridionale. L'espace dont nous disposons ici ne nous permet pas de donner l'énumération complète de ces variétés dont l'aire géographique comprend le bassin méditerranéen tout entier, depuis Toulon jusqu'en Grèce, en Asie-Mineure et au Maroc.

M. CHODAT, de Genève, fait à la seconde assemblée générale une conférence sur les *symbioses bactériennes et mycéliennes*.

Il expose tout d'abord la question des bactéries des Légumineuses et les recherches récentes de Mazé. Il ressort de ces dernières que le *Bacillus radicicola* a besoin pour fixer l'azote gazeux d'emprunter au sucre qu'il décompose l'énergie nécessaire à cette réaction. L'auteur a repris en collaboration avec M. Riklin ces recherches et leurs expériences confirment celles de Mazé. On a cru pendant longtemps que les légumineuses étaient capables par elles-mêmes de fixer l'azote atmosphérique. Le fait que les microbes que l'on a retirés des bulbilles bien connues peuvent en dehors de l'organisme de la légumineuse fixer de notables proportions d'azote rend très douteuse cette manière de voir. Les auteurs ont réussi à cultiver ces microbes sur divers milieux ; bouillon de maïs, et plus particulièrement de carotte. Le microbe des légumineuses paraît peu difficile et reproduit partout les mêmes apparences de colonies ressemblant à de la vaseline transparente.

Ils ont en outre inoculé ces bactéries à diverses racines de graminées et ont obtenu des formations rappelant celle de l'ærenchyme.

Dans une seconde séries d'expériences, MM. Chodat et Riklin ont isolé des bulbilles de l'Hippophäe et de l'Aulne, comme aussi des fausses lenticelles de l'*Aulne*, du *Saule* et des *Myricaria*, des bactéries également ramifiées et rappelant extrêmement comme morphologie celles des légumineuses.

Des expériences faites avec le microbe isolé de l'Hippophäe ont donné les mêmes résultats que celles avec la bactérie des légumineuses. Il y a également un gain notable d'azote. Ces bactéries rappellent par leur morphologie ce qui s'observe chez plusieurs Cyanophycées à vraie ramification. Dans certains cas il y a parallélisme avec ce qui a été décrit par le jeune Hyella

A cause de la formation de spores comme celles des vraies bactériacées, elles ne sauraient en être séparées. Les auteurs qui prétendent que la vraie ramification est étrangère aux bactériacées ne sauraient montrer un groupe de microphytes où la formation des spores se passe de la même manière que dans les bactéries ramifiées de l'Hippophaë.

La question de savoir si ces bactéries isolées par les deux auteurs sont identiques aux organismes qui produisent les têtes dans les bulbilles de l'Hippophäe et de l'Alnus est encore ouverte.

M. CHODAT rend compte en outre des *recherches faites sous sa direction par M. le Dr* F. BARTH *et par Mlle* VON SCHIRNHOFER. On sait que dans les racines des orchidées s'établissent des champignons qui y restent pendant un



certain temps puis finissent par être digérés par la plante hospitalière ou nécrosés dans d'autres cas. M. Barth a suivi les modifications que subit la cellule de la plante attaquée et notamment le noyau. Il a vu celui-ci s'hypertrophier, subir souvent une division directe et passer successivement par des stades divers de composition chimique qui modifient sa capacité d'absorber les couleurs. Il y a une grande analogie entre ce phénomène et celui qui a été décrit par L. Huie pour les noyaux des cellules digestives des plantes carnivores. Il y a de grandes variations d'une orchidée à l'autre. Ces phénomènes parlent en faveur de la théorie de la digestion des champignons par la plante et dans certains cas en faveur de la théorie de la symbiose car le champignon est régénéré successivement dans les parties les plus jeunes de la racine.

Dans les expériences faites avec M[lle] Schirnhofer les champignons causes de ces symbioses ont été isolés dans plus de 15 espèces d'orchidées terrestres de la Suisse et du midi de la France. Le champignon spécifique s'est trouvé être dans tous les cas un *Alternaria* (Fusatium). M. Chodat décrit les cultures de cet *Alternaria* et insiste sur le fait que son développement est nul ou presque nul si le milieu ne contient point d'azote combiné. Il semble donc que cette symbiose ne saurait avoir pour effet d'enrichir la plante hospitalière en azote et qu'il y a lieu de distinguer entre les symbioses bactériennes qui sont productrices d'azote et les symbioses mycéliennes qui paraissent être simplement un commensalisme.

M. Micheli, de Genève, parlant de la culture du

Clianthus Dampieri, remarquable Légumineuse d'Australie, décrit un procédé de greffage sur les germes qui paraît intéressant. Il consiste à enlever de suite après la germination la gemmule du *Colutea frutescens* et la remplacer par la gemmule du *Clianthus*. On obtient ainsi une végétation vigoureuse ; autrement le C. Dampieri ne peut que difficilement vivre dans notre climat.

Le même observateur présente des photographies de quelques plantes rares qui ont fleuri dans son jardin, entre autres de diverses espèces d'*Eremurus*, gigantesques liliacées du Turkestan.

Il donne ensuite quelques détails sur une exploration botanique qu'il fait faire en ce moment par M. Langlassé, voyageur français dans les Etats mexicains de Michocaan et de Guerrero.

M. le Dr Paul Jaccard, de Lausanne, présente en son nom et au nom de M. Th. Rittener, à Ste-Croix, divers exemplaires de *Gentiana excisa Presl. b/alpina* Vill. provenant des vallons d'Emaney et de Salanfe. Dans ce dernier vallon cette forme qui est en général prédominante sur les terrains silicieux se rencontre également sur les pentes calcaires. Plusieurs exemplaires en ont été trouvés sur les pentes calcaires de Gagnerie, à des altitudes diverses côte à côte avec des *Gentiana excisa* Presl, et avec des *Gent*, *acaulis* auct.

La présence simultanée dans les mêmes stations de la forme *alpina* Vill. avec G. *acaulis* auct. et *excisa* Presl. empêche de la considérer comme une simple

race géographique ou biologique, d'autant plus que ses caractères anatomiques et morphologiques la séparent tout aussi nettement de l'*excisa* Presl que cette dernière l'est de l'*acaulis*, auct. On peut donc la considérer au même titre que ces deux dernières comme une *espèce authentique*.

Une note plus détaillée paraîtra dans le *Bulletin de la Soc. vaud. des sciences naturelles*.

M. Dutoit présente et distribue des échantillons d'espèces rares du genre *Rubus* des environs de Berne.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

R. Blondlot. Sur la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques; application a la construction d'un compteur absolu d'électricité (*C. R. de l'Acad. des Sc.*, t. CXXVI, juin 1898).

Une longue bobine creuse est assujettie de façon que son axe soit horizontal; dans la région centrale de cette bobine, une seconde bobine formée de quelques tours de fil et ayant la forme d'un anneau est suspendue de façon que son plan soit vertical et qu'elle puisse tourner librement autour de son diamètre vertical. Les deux bobines sont parcourues par le même courant; des godets à mercure servent à établir la communication entre la bobine mobile et la partie fixe du circuit.

Le magnétisme terrestre étant compensé, lorsqu'on écarte la bobine annulaire de la position d'équilibre qu'elle prend sous l'action de la bobine fixe, elle exécute des oscillations isochrones. La durée de la période T est en raison inverse de l'intensité i du courant, d'où résulte que le produit iT est une quantité constante ne dépendant que de la construction des deux bobines. D'autre part ce produit n'est autre chose que la quantité d'électricité qui traverse une section du fil pendant la durée d'une oscillation et par conséquent :

Quelles que soient l'intensité du courant et la période d'oscillation, la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit pendant qu'une oscillation s'accomplit est toujours la même.

L'auteur donne la formule très simple par laquelle le produit iT exprimé en unités électromagnétiques absolues

dépend des données de l'appareil qui permet ainsi de déterminer la quantité d'électricité débitée par un courant sans qu'on ait à mesurer séparément comme on le fait habituellement, le temps d'une part et l'électricité de l'autre.

M. Blondlot a construit sur ce principe un compteur applicable aux besoins de l'industrie. Plusieurs modèles ont été exécutés au Laboratoire de Physique de la Faculté de Nancy ; le type industriel a éte établi par la maison E. Ducretet.

De nombreux essais ont montré que le produit iT est bien indépendant de i jusqu'à la plus grande intensité que les fils puissent supporter, c'est-à-dire environ 11 ampères.

EMIL SEILER. UEBER DIE ABHÆNGIGKEIT DER WÆRMESTRAHLUNG... INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE SUR LE RAYONNEMENT CALORIFIQUE DES FILS MÉTALLIQUES CHAUFFÉS. Thèse de Zurich ; broch. in 8. 28 p. 3 pl. Winterthur, G. Binkert 1898.

Un fil de constantan de 3 mm. de diamètre et de 91 cm. de longueur était fixé suivant l'axe d'un tube de laiton noirci, intérieurement, dont la surface extérieure était maintenue à une température constante par un courant d'eau froide, et dans lequel on pouvait faire le vide à l'aide d'une trompe à mercure de Kahlbaum. On faisait passer dans le fil un courant électrique d'intensité connue de 1 à 35 ampères. Des couples thermoélectriques fer-constantan, soudés en divers points du fil, permettaient, soit de mesurer à chaque instant la température de celui-ci, soit, en utilisant seulement le fil de fer de deux couples, de déterminer par comparaison avec un élément normal de Clark la différence de potentiel entre les deux points correspondants, d'où l'on pouvait déduire la chaleur dégagée dans le fil entre ces points, égale à la chaleur rayonnée lorsque la température était devenue stationnaire.

Lorsque, maintenant constante l'énergie fournie par le courant, on fait progressivement le vide dans le tube, on trouve que la température du fil s'élève d'abord lentement jusqu'à ce que la pression soit descendue à 100 mm. de mercure environ. Entre 100 et 3 mm. la température reste



constante, puis augmente de nouveau et cela très rapidement pour les pressions plus basses ; dans une observation, par exemple, on a trouvé

pression 728 mm.	température 152,3°
61	221,5
3,2	221,6
1,5	225
0,003 (environ)	257,5

En maintenant constante une pression aussi faible que la pompe pouvait la maintenir, et en faisant varier l'intensité du courant, on pouvait étudier l'influence de la température sur le rayonnement. L'auteur trouve que cette influence est bien représentée par la formule de H.-F. Weber, ou du moins que les divergences paraissent explicables par les différences que la température doit introduire dans l'état de la surface rayonnante et des couches gazeuses adhérentes à cette surface. C. S.

Ulrich Seiler. Ueber Oscillationen... Sur la charge oscillatoire des condensateurs et son application a la détermination du self-potentiel de systèmes conducteurs quelconques. Thèse de Zurich. broch. in-8, 27 p. 1 pl. Leipzig. J.-A. Barth 1897.

Les résultats de ce travail ont été communiqués par M. le prof. A. Kleiner, à la session de 1896 de la Société helvétique des Sciences naturelles (*Archives* 1896, t. II, p. 528).

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

Franz Feist. Strophantines et Strophantidines (*Berichte* XXXI, 534, Zurich.)

Dans ce travail préliminaire l'auteur donne pour formule à la strophantine $C_{32}H_{48}O_{16}$; traitée par les acides à chaud



elle donne la strophantidine, une combinaison $C_{12}H_{24}O_{10}$ qui paraît être un sucre méthylé, mais renfermant moins d'oxygène qu'une saccharose et un produit fusible vers 95° qui paraît être un mélange de différents sucres. La strophantidine, aiguilles brillantes fusibles vers 170° aurait pour formule $C_{26}H_{38}O_7 + 1\,^1/_2H_2O$, donnant d'abord par oxydation le corps $C_{24}H_{30}O_8 + 1\,^1/_2H_2O$ fusible de 294° en se décomposant, puis un acide fusible au-dessus vers 340° et une autre substance plus soluble dans l'alcool méthylique ayant pour formule $(C_7H_{10}O_2)$ x aiguilles fusibles à 198°,5.

E. Schulze. Des transformations des substances albuminoïdes dans les plantes (*Zeits. physiol. Chem.*, 24 p. 18, Zurich).

1° Discussion des méthodes à employer pour obtenir les produits à l'état de pureté et les analyser. 2° Résultats obtenus dans les précédentes recherches sur les transformations des substances albuminoïdes dans les plantes en germination et 3° dans celles qui ont passé ce stade et ne germent plus. 4° Substances azotées extraites des racines et des tubercules et provenant de la transformation de l'albumine. 5° Rapport existant entre les hydrates de carbone et la transformation et la formation de l'albumine dans les plantes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 7 juillet 1898.

Penard. Iris observé sur le lac. — Brun. Rupture d'une poche d'eau de glacier.

M. Penard parle d'un arc ou *iris* qu'il a observé sur le lac non loin de Genève. Cet iris, très lumineux, et qui présentait nettement les couleurs du spectre, décrivait à la surface du lac une ellipse ou plutôt une parabole, partant de la pointe du canot d'où il allait en divergeant et en s'étalant des deux côtés, pour se perdre sur le rivage à 1 kil. du lieu d'observation. Ce phénomène a été observé quelquefois, et décrit notamment par M. le prof. Wartmann et par M. Forel; ce dernier croit pouvoir rattacher la production de cet iris à la présence d'une tache d'huile étalée en couche infiniment ténue à la surface de l'eau; M. Wartmann l'attribue à des poussières répandues sur la nappe liquide. M. Penard se rattacherait plutôt à l'opinion de M. Wartmann, car dans le cas actuel la surface de l'eau était en réalité couverte d'une poussière de granulations très fines, d'origine organique, et accompagnées d'une infinité de petites bulles. Mais il est fort possible que la tache d'huile ait également existé, et que ce fût elle qui retînt les poussières à la surface.

M. A. Brun communique que le 24 juin 1898 au Glacier de Laneuvaz dans le val Ferret, Suisse, il y eut une *rupture d'une poche d'eau incluse dans le glacier*. Une grande masse liquide s'écoula sous le torrent et envahit promptement toute la forêt de l'Amône qui fut fortement endommagée.

Grâce à la configuration du terrain il n'y eut pas de dommages plus grands, l'écoulement dura environ une heure.

Séance du 1er septembre.

E. Ritter et A. Delebecque. Lacs des Pyrénées. — A. Brun. Péridotite normale au Cervin. — W. Marcet. Transparence de l'air au point de vue de la photographie. — Penard. Calcaires ruiniformes.

M. Etienne Ritter fait, au nom de M. A. Delebecque et au sien, une communication sur les *lacs des Pyrénées* qu'ils ont explorés en août 1898. Ils étaient accompagnés par M. John Demierre.

Ces lacs sont groupés dans quatre régions :

I. Lacs du désert de Carlitte [1]. — On trouve en remontant vers le pic de Carlitte :

Lac Noir de Pradeilles. Prof., 24 m., 50. Le fond du lac, très inégal, présente des hauts-fonds de 8 mètres, température le 4 août, 19°. Couleur donnée par la gamme de Forel, 10.

Lac de Pradeilles. Prof. 15 mètres. La vase fluente rend l'estimation exacte un peu difficile; le fond est irrégulier; temp. le 4 août, 18°,5. Couleur 11.

Étang de la Bouillouse est un ancien lac presque comblé, qui forme aujourd'hui un vaste marais; le petit étang d'el Racou, qui en recueille les eaux, n'a pas de profondeur, ainsi que le petit étang situé immédiatement au sud.

Lac Noir de Carlitte. Prof. 7 m. 20, temp. le 8 août, 16°.

Lac d'el Vive. Prof. 10 m. 20; temp. le 8 août, 17°. Couleur 8.

Lacs de Comassé. Le lac amont a : prof. 11 m. 40, temp. le 5 août 16°,50. Couleur 5. — Le lac aval a : prof. 4 m. 20 temp. 18°. Couleur 7.

Lac de l'Estallat. Prof. 14 m. 50, temp. le 5 août 16°. Coul. 7.

Lac Long. Prof. 6 m. 70. Couleur 8.

Lac de Baleil. Prof. 3 mètres, temp. le 8 août 16°. Couleur 5.

Lac de las Dougnes. Prof. 5 m. 10, temp. 8 août 16°. Coul. 7.

Lac de Treben. Prof. 13 m. 50, temp. 8 août 16°. Coul. 6.

Lac de Soubirans. Prof. 5 m. temp. 8 août 14°,50. Coul. 5.

[1] Voir. Carte d'Etat-major au 1/80000me feuille Prades, quart N-W et carte du ministère de l'Intérieur, feuille Ax.

Ces lacs sont situés dans une contrée dont l'hydrographie est très indécise et qui forme la ligne de partage des eaux entre le bassin de la Tet, qui va se jeter dans la Méditerranée à l'est de Perpignan, et celui de la Sègre, affluent de l'Ebre. Ainsi le lac de Pradeilles déverse ses eaux à la fois dans la Tet et dans un affluent de la Sègre ; il en est de même du lac de las Dougnes. L'émissaire le plus important de ces deux lacs va à la Sègre. Le lac Noir, qui s'écoule dans le bassin de la Sègre, est séparé par un seuil à peine sensible du lac voisin d'el Vive, qui porte ses eaux à la Tet. Un col assez bas séparé d'un affluent de la Sègre l'étang d'el Racon, qui se déverse dans la Tet.

Tous ces lacs sont dans le granit en place hormis ceux de Casteilla de Treben et de Soubirans[1]. Le lac de Casteilla est au contact du granit qui forme sa rive droite et du silurien injecté qui forme la rive gauche. Les lacs de Treben et de Soubirans sont dans les schistes siluriens, d'autant moins injectés qu'on s'éloigne plus du granit.

L'origine de ces lacs semble devoir provenir de l'action glaciaire qui a laissé des traces manifestes dans la région.

II. Principaux lacs avoisinant le Pic du Midi d'Ossau 122. — *Lac Romassot.* Prof. 15 m. 50; couleur, le 12 août, 4; transparence au disque de Secchi, 8 m. 30, temp. 17°.

Lac dit du Milieu, situé entre ceux de Romassot et d'Ayous, prof. 2 m. 70.

Lac d'Ayous ou de Gentaou. Prof. 19 mètres, temp. le 12 août 17°,50, couleur 3, transparence 11 mètres.

Lac Barsaou avec deux bassins principaux, profonds de 26 mètres et de 32 m. 50, temp. le 12 août 16°, couleur 3, transparence 11 m. 40.

Le lac d'Ayous et le lac du Milieu ont chacun un déversoir superficiel ; ils sont situés dans les schistes plus ou moins cristallins du primaire. Leur origine semble due à l'action glaciaire, comme paraissent le témoigner les roches polies et striées, qui forment la barre aval du lac d'Ayous. Celles-ci

[1] Voir. Roussel. Bulletin service de la carte géologique de la France n° 52.

sont recouvertes par des éboulis anguleux, de grès schisteux rouges probablement triasiques[1] et qui sont tombés du pic d'Ayous. Le lac Romassot, lui, s'infiltre souterrainement au sud. A 15 ou 20 mètres du bord du lac, la voûte qui recouvrait l'émissaire sous lacustre s'est effrondrée et ce dernier apparaît en formant une cascade. La rive d'où sort l'émissaire est formée par des calcaires probablement triasiques et qui reposent en discordance sur les schistes primaires; l'émissaire est au contact. Le lac Barsaou a aussi un écoulement sous lacustre et ses eaux reparaissent plus bas en deux sources. Ce lac est dans des quartzites et des près schisteux rouges, qui paraissent appartenir aux trias. Dans le voisinage de ces deux lacs, nous avons un certain nombre de petits bassins fermés, presque tous à sec. L'origine de ces deux lacs, semble donc être analogue à celle des lacs de Karst. Dans une contrée voisine, le lac du Mont-Perdu, que nous n'avons pas pu sonder en raison des difficultés d'accès, semble avoir la même origine. Dans la même région du pic du Midi d'Ossau, *le lac d'Aule* a : prof. 4 m. 90, temp. le 14 août, 17°, transparence 4 m. 30, couleur 6. Situé dans les schistes primaires, il possède un émissaire à l'air libre.

III. LAC D'ONCET, AU PIED DU PIC DU MIDI DE BIGORRE. — *Le lac d'Oncet* a : Prof. 17 m. 70 droit au pied du Pic du Midi; il a de nombreux hauts-fonds dus aux avalanches; vers l'aval se trouve une seconde cuvette profonde de 8 m. 30, température le 17 août 16°50.

Son origine est due à une barre d'éboulis ; ceux-ci sont formés des schistes cristallins à andalousite qui forment les cimes voisines et aussi le Pic du Midi de Bigorre.

IV. LACS SUR LE VERSANT NORD DU MONT NEOUVIEILLE. — *Les lacs Glaire.* Le lac aval a : Profondeur 8 m. 70, temp. le 18 août 14°, couleur entre 3 et 4. Le lac amont a : Prof. 16 m. 40, temp. 17°, couleur entre 3 et 4. *Le lac de Louey-Négré.* Prof. 34 m. 10, temp. le 18 août 15°, couleur

[1] Voir annuaire du C. A. F. 1891. F. Schrader et Em. de Margerie, Aperçu de la Structure géologique des Pyrénées, avec une carte.

2. Sa transparence atteint au moins 19 m. 50, ce qui en fait un des lacs les plus transparents des Pyrénées. Tous ces lacs sont dans le granit et ont des émissaires à l'air libre. Ils semblent devoir leur origine à l'action glaciaire.

M. Albert Brun rend compte de la découverte qu'il a faite au Cervin, dans l'arête de Zmutt, d'une *péridotite normale.*

Cette roche ne contient aucun feldspath. Elle présente de grands cristaux d'amphibole brune, moulant et englobant les autres minéraux.

Elle est en relation intime avec le système éruptif de gabbros, qui va de la vallée d'Arolla à l'Allalin par le Cervin.

M. le Dr Marcet a remarqué que les jours où il existe un halo autour du soleil il faut donner une pose sensiblement plus longue aux clichés photographiques. Le halo serait donc un indice que l'atmosphère, contenant en plus grande abondance des poussières ou d'autres corps étrangers, absorbe une plus forte proportion des rayons actiniques du soleil.

M. Penard expose quelques observations qu'il a faites sur des échantillons divers de *calcaires ruiniformes* et desquelles il ressort que l'on ne peut admettre, comme beaucoup d'auteurs le font, un rejet des diverses parties de la roche les unes par rapport aux autres.

Séance du 6 octobre.

W. Marcet et Floris. Sur la calorimétrie humaine. — J. Pidoux Petite planète, 1898. DQ.

M. le Dr W. Marcet communique ses travaux sur *la calorimétrie humaine* entrepris avec la collaboration de M. R.-B. Floris, membre de la Société de chimie de Londres.

M. Marcet commence par présenter quelques observations sur la différence entre la température du corps et la chaleur émise par le corps ; et constate le fait remarquable que le corps humain tout en conservant une température de 37°,0 C. peut émettre dans une heure de temps un nombre de (petites) calories variant de 122,000 à 800,000. Les auteurs ont décrit dans la séance d'octobre 1897 de la Société de physique le calorimètre (Marcet) dont ils ont fait usage. Ce

calorimètre jauge 810 litres à l'état vide, permettant sans inconvénient un séjour d'une heure de temps dans l'intérieur de l'instrument. En effet la consommation d'oxygène pendant ce temps correspondrait à une ascension d'environ 2735 mètres de hauteur sans effet délétère sur la respiration.

Les auteurs après un certain nombre d'expériences sur deux personnes arrivèrent à la conclusion que les moyennes des calories émises dans deux demi-heures consécutives peuvent être regardées comme n'ayant pas changé.

Le rapport entre le poids de l'oxygène absorbé et la chaleur émise dans un temps donné par le corps humain fut étudié de près et les résultats obtenus démontrèrent que ce rapport varie sensiblement dans chaque expérience, mais il existe une moyenne que l'on retrouve pour toutes les personnes. Cette moyenne est très près de 4.00 grandes calories pour un gramme d'oxygène absorbé. Hirn qui s'est occupé de ce même sujet obtient 5.22 calories pour un gramme d'oxygène. Il n'avait appparement déterminé que l'acide carbonique produit, tandis que les auteurs du présent travail avaient jaugé non seulement le CO_2 mais encore l'O absorbé et dont le corps dispose sans le transformer en CO_2. De là probablement la différence entre les chiffres obtenus.

MM. Marcet et Floris ont observé que le nombre des calories émises par différentes personnes n'est pas en rapport avec les poids de leur corps.

Le coefficient économique de la machine humaine fut ensuite mis à l'étude. Il est impossible dans ce rapport d'entrer dans les détails de ces recherches. Le dynamomètre employé fut une modification du frein de Prony ; les résultats obtenus se rapprochèrent du chiffre que l'on admet en général, soit l'utilisation d'environ un cinquième de la chaleur émise pendant le travail.

M. J. Pidoux fournit ensuite quelques données sur la *petite planète 1898 DQ.* découverte le 13 août dernier sur une plaque photographique par M. G. Witt à l'Urania de Berlin. Les éléments de son orbite calculés par M. A. Berberich[1]

[1] Erste Bahnbestimmung des Planeten 1898 DQ. *Astr. Nachrichten* N° 3517.

m'ont permis de tracer la position respective des orbites de Mars, de la Terre et de la planète DQ. On voit ainsi que cette dernière se trouve en partie entre Mars et la Terre, en partie à l'extérieur de l'orbite de Mars. En outre, sa distance à la terre peut diminuer jusqu'à n'être que les 0.15 du rayon de l'orbite terrestre et le calcul montre que le 21 janvier 1894 la Terre se trouvait en opposition avec la planète précisément dans cette région[1].

Le développement en fraction continue du rapport des durées de révolution de la planète DQ et de la Terre fournit la série de réduites suivantes :

$$\frac{2}{1} \quad \frac{7}{4} \quad \frac{23}{13} \quad \frac{30}{17} \quad \frac{263}{149} \quad \frac{1345}{762} \quad \frac{4298}{2435}$$

Ainsi, on peut dire d'une façon assez exacte, que la Terre fait 30 révolutions pendant que la planète en fait 17. Donc en janvier 1924, les 2 astres se retrouveront en opposition dans les mêmes conditions qu'en 1894. La prochaine opposition en longitude aura lieu vers le 3 novembre 1900 avec une déclinaison de + 51° et une distance à la Terre de 0.410[2].

A Genève, le réfracteur de 10 pouces permet de voir cette petite planète malgré son faible éclat; elle est actuellement de 11me grandeur. Mais il faut pour cela de bonnes conditions atmosphériques et l'absence de la lune sur l'horizon. Sa position dans le ciel a pu être relevée chaque soir d'une façon presque continue du 6 au 24 septembre. Malheureusement la distance de la Terre à la planète va en augmentant et cet objet intéressant sera bientôt à la limite de visibilité.

[1] A. C. D. Crommelin, The new Planet DQ. *The Observatory*, Oct. 1898.

[2] E. Millosevich, Sulle opposizioni del pianeta DQ 1898. *Mem. della Soc. spettrosc. ital.* Vol. XXVII, p. 127.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

OCTOBRE 1898

Le 1er, pluie depuis minuit à 4 h. du matin et à 7 h. du matin; forte bise à 7 h. et à 9 h. du soir.; très forte bise à 10 h. du soir.

2, forte bise à 7 h. du matin.

3, légère pluie dans la nuit.

5, très forte rosée le matin et à 9 h. du soir.

6, légère pluie à midi; très forte rosée à 9 h. du soir.

7, plu e depuis 5 h. à 7 h. du matin et à 4 h. du soir.

8, légère pluie le matin; brouillard enveloppant le matin; forte rosée à 10 h. du soir.

9, pluie depuis 3 h. à 7 h. du mat n.

10, très forte rosée le matin.

11, quelques gouttes de pluie à 6 h. 55 m. du matin; pluie depuis 3 h. 50 m. du soir.

12, première neige sur le Jura et sur les Voirons (jusqu'à 1300 m.); neige sur les Pitons; pluie à 10 h. du matin et à 10 h. du soir.

13, forte rosée à 10 h. du soir.

14, très forte rosée le matin et le soir; la neige a disparu sur les Pitons, sur les Voirons et sur le Jura; elle persiste sur le Môle.

15, pluie depuis 3 h. à 5 h. du matin et depuis 7 h du soir.

16, pluie dans la nuit; la neige a disparu du Môle; très forte rosée à 10 h du soir.

17, pluie dans la nuit et depuis 10 h du matin à 1 h. du soir, légère neige sur le Jura et la Dôle; forte rosée à 10 h. du soir,

18, pluie dans la nuit et depuis 10 h. du matin à 1 h. du soir.

19, pluie dans la nuit et à 10 h. du soir.

20, forte rosée à 9 h. du soir.

21, pluie à 7 h. du matin, à 4 h. et à 10 h. du soir.

22, forte rosée à 7 h. du soir; très forte rosée à 9 h. du soir.

23, brouillard à 7 h. et 10 h. du matin et à 9 h. du soir.

24, légère pluie dans la nuit; brouillard enveloppant à 7 h. et à 10 h. du matin; hâlo lunaire à 9 h. du soir; forte rosée à 10 h. du soir.

25, pluie dans la nuit; hâlo lunaire depuis 7 h. du soir.

26, très forte rosée le matin; forte rosée le soir.

27, très forte rosée le matin et le soir.

28, brouillard enveloppant à 7 h. et à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; très forte rosée à 10 h. du soir.

29, brouillard enveloppant le matin jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.

30, pluie depuis 6 h. du matin jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. 30 m. du soir.

31, pluie pendant tout le jour; brouillard enveloppant à 7 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	726,00	Le 1er à minuit	721,48
5 à 9 h. matin	732.10	5 à 4 h. soir	730.04
8 à minuit	725,15	8 à 4 h. soir	722.86
10 à 9 h. matin	729.85	10 à 11 h. soir	727.41
17 à 11 h. soir	711,60	17 à 7 h. matin	706.38
23 à 9 h. matin	734,16	23 à 3 h matin	732.66
31 à 10 h. matin	723,70	30 à 6 h. matin	721.50

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	CELIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT	COMPESIERES Pellegrin	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY P. Pelletier
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	147.3	141.6	146.5	141.1	148.5	83.0	140.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 83h 15m

Baromètre				Température C.				Fract. de saturation en millièm.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.					Midi.	Écart avec la temp. normale	
millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
723,83	— 3,03	721,48	726,00	+10,56	— 1,85	+ 7,5	+13,7	895	+ 88	780	970	10,0	4	NNE. 1	9,4	1,00	...	17,4	+ 1,7	142,0
726,98	+ 0,15	725,27	728,69	+14,61	+ 2,37	+12,8	+17,7	774	— 35	670	840	...	..	NNE 2	14,8	0,85	2,4	...	.....	149,0
728,86	+ 2,07	727,95	730,22	+15,10	+ 3,02	+12,7	+18,9	817	+ 7	720	950	0,5	1	NNE. 1	6,7	0,95	1,7	17,1	+ 1,7	144,8
731,03	+ 4,27	729,83	731,86	+14,01	+ 2,10	+10,8	+17,9	846	+ 34	690	950	...	..	calme	1,8	0,72	2,7	17,1	+ 1,8	143,5
731,13	+ 4,40	730,04	732,10	+13,21	+ 1,47	+ 9,2	+18,8	870	+ 57	680	970	...	..	var.	1,6	0,48	5,4	17,0	+ 1,8	139,8
728,33	+ 1,64	726,73	729,90	+13,52	+ 1,95	+10,0	+19,0	875	+ 61	690	990	0,0	..	var.	3,4	0,97	1,7	17,1	+ 2,0	141,5
725,97	— 0,68	725,42	726,65	+13,40	+ 2,00	+12,0	+17,2	935	+120	800	990	3,4	5	calme	1,0	1,00	...	17,0	+ 2,0	141,0
723,87	— 2,76	722,86	725,15	+13,83	+ 2,60	+10,7	+19,3	888	+ 71	690	990	0,1	..	calme	1,8	0,70	4,7	16,9	+ 2,1	140,0
727,03	+ 0,43	724,35	729,54	+13,81	+ 2,76	+11,8	+18,8	857	+ 39	700	990	5,8	5	calme	1,6	1,00	3,4	...	.....	142,0
728,62	+ 2,05	727,41	729,85	+12,29	+ 1,41	+ 7,4	+18,2	830	+ 11	560	980	...	..	calme	1,4	0,33	8,9	16,8	+ 2,2	142,2
725,70	— 0,84	723,13	727,38	+12,75	+ 2,04	+ 8,2	+18,6	842	+ 22	730	950	15,3	6	SW. 1	6,2	1,00	...	16,7	+ 2,2	141,0
724,57	— 1,94	723,83	725,72	+ 8,21	— 2,32	+ 6,3	+11,1	864	+ 43	720	960	2,7	3	S. 1	2,9	0,97	1,0	16,1	+ 1,8	141,1
723,54	— 2,94	722,25	725,11	+ 8,45	— 1,91	+ 5,3	+13,8	794	— 28	540	980	...	..	N. 1	2,5	0,62	7,0	15,7	+ 1,5	142,5
719,57	— 6,88	716,08	722,74	+ 9,26	— 0,92	+ 5,7	+13,9	820	— 3	630	940	...	..	N. 1	2,1	0,63	6,8	15,0	+ 0,9	141,4
712,20	—14,22	710,19	715,81	+11,52	+ 1,52	+ 7,8	+17,3	870	+ 47	620	990	5,3	7	SSW. 1	10,4	1,00	0,6	14,8	+ 0,9	140,0
710,64	—15,76	709,35	712,00	+14,66	+ 4,83	+11,8	+20,8	794	— 30	630	960	6,1	3	SSW. 1	6,2	0,88	2,9	...	.....	143,0
709,18	—17,19	706,38	711,60	+10,25	+ 0,60	+ 7,5	+12,2	940	+ 85	760	990	20,8	8	SW. 1	2,7	0,90	1,2	12,5	— 1,2	140,5
712,44	—13,91	710,38	714,20	+ 8,59	— 0,88	+ 7,1	+11,2	963	+137	910	990	11,5	8	calme	0,6	0,98	...	12,5	— 1,1	141,0
715,67	—10,66	714,11	718,55	+10,04	+ 0,75	+ 6,5	+13,7	886	+ 59	760	990	1,0	1	var.	5,6	1,00	...	13,5	+ 0,1	148,3
723,13	— 3,18	718,91	726,45	+10,59	+ 1,48	+ 6,0	+14,8	810	— 17	600	970	...	..	var.	3,6	0,40	4,9	13,9	+ 0,6	149,2
728,38	+ 2,[illegible]9	726,17	730,08	+ 8,35	— 0,58	+ 4,1	+12,3	910	+ 82	830	980	0,6	2	SW. 1	4,7	1,00	...	13,7	+ 0,5	149,0
731,41	+ 5,14	729,84	732,78	+12,39	+ 3,64	+10,1	+17,0	912	+ 83	800	990	0,0	..	N. 1	2,5	0,38	8,0	14,2	+ 1,2	147,0
733,38	+ 7,13	732,66	734,16	+10,68	+ 2,11	+ 8,1	+13,9	960	+131	880	1000	...	..	calme	1,1	0,98	...	...	.....	152,0
731,66	+ 5,42	730,45	733,18	+11,82	+ 3,43	+ 9,8	+18,0	933	+103	750	1000	0,2	1	calme	0,4	0,90	2,3	14,2	+ 1,5	148,0
731,78	+ 5,56	729,68	733,61	+ 2,06	+ 3,85	+ 8,0	+18,9	849	+ 19	610	990	0,6	1	calme	0,6	0,90	4,0	13,8	+ 1,2	150,0
732,81	+ 6,60	732,04	733,84	+ 9,18	+ 1,14	+ 4,9	+16,1	839	+ 8	640	980	...	..	calme	0,5	0,18	9,3	14,1	+ 1,6	150,2
731,16	+ 4,96	729,78	732,17	+ 8,44	+ 0,58	+ 3,1	+14,5	905	+ 74	720	990	...	..	calme	0,6	0,08	8,9	13,9	+ 1,5	148,0
729,64	+ 3,46	728,37	730,45	+ 7,95	+ 0,27	+ 4,3	+14,3	954	+122	820	1000	...	..	calme	0,5	0,68	3,8	13,9	+ 1,7	147,9
727,77	+ 1,60	722,80	729,70	+ 8,80	+ 1,30	+ 6,8	+12,7	981	+149	930	1000	...	..	calme	0,5	0,88	2,0	13,8	+ 1,7	147,0
723,29	— 2,88	721,50	724,50	+10,99	+ 3,67	+ 7,9	+14,9	938	+105	830	990	18,3	9	SSW. 1	5,0	0,93	...	...	.....	148,0
723,25	— 2,91	722,40	723,70	+11,49	+ 4,35	+10,1	+13,6	980	+147	920	1000	38,9	23	calme	0,5	1,00	...	14,0	+ 2,2	151,0
725,06	— 1,45			+11,32	+ 1,44			881	+ 50						3,23	0,78		15,10	+1,12	144,87

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,41	727,13	727,63	727,98	727,56	727,26	727,57	727,97
2e »	717,98	717,33	717,42	717,75	717,44	717,31	717,96	718,15
3e »	729,40	729,29	729,91	730,19	729,48	728,99	729,33	729,42
Mois	725,08	724,74	725,14	725,47	724,97	724,66	725,09	725,31

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+ 11,70	+ 11,07	+ 11,04	+ 14,45	+ 16,12	+ 16,31	+ 14,13	+ 12,66
2e »	+ 9,02	+ 8,99	+ 8,90	+ 11,38	+ 13,14	+ 12,74	+ 10,41	+ 8,88
3e »	+ 8,08	+ 7,67	+ 7,80	+ 11,15	+ 13,65	+ 12,95	+ 10,82	+ 9,44
Mois	+ 9,55	+ 9,19	+ 9,20	+ 12,29	+ 14,28	+ 13,97	+ 11,75	+ 10,30

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	918	955	957	825	738	736	842	899
2e »	940	946	922	823	742	714	843	912
3e »	977	984	988	897	804	851	927	962
Mois	946	962	957	855	763	770	873	925

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	o	o	o		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+10,49	+ 17,95	+ 17,05	0,80	30,9	4,35	19,8	142,58
2e »	+ 7,22	+ 14,74	+ 14,52	0,84	24,4	4,28	62,7	142,79
3e »	+ 7,02	+ 15,11	+ 13,96	0,72	38,4	1,26	58,6	148,92
Mois	+ 8,20	+ 15,91	+ 15,10	0,78	93,7	3,23	141,1	144,87

Dans ce mois l'air a été calme 61,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 1,72 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 12°,1 W. et son intensité est égale à 12,04 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1898.

Le 1er, pluie dans la nuit; brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin; fort vent à 10 h. du soir.
2, brouillard à 10 h. du soir.
3, neige le matin jusqu'à 1 h. du soir; neige depuis 7 h. du soir.
4, brouillard depuis 10 h. du matin à 7 h. du soir.
5, pluie à 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir; fort vent à 10 h. du soir.
6, pluie à 10 h. du matin, à 1 h. et à 10 h. du soir; brouillard à 4 h. et à 7 h. du soir.
7, brouillard pendant tout le jour.
8, brouillard à 7 h. du matin.
9, brouillard pendant tout le jour.
11, brouillard à 7 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir; neige à 10 h. du soir.
12, forte bise depuis 1 h. du soir; brouillard à 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir; neige à 10 h. du matin; hauteur de la neige : 13cm,0.
13, brouillard à 7 h. du matin.
14, fort vent depuis 7 h du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
15, brouillard à 7 h. du matin; fort vent depuis 7 h. du soir.
16, neige à 7 h. du matin; fort vent à 7 h. du matin.
17, neige à 7 h. et à 10 h. du matin; brouillard à 1 h. du soir.
18, brouillard à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; neige à 1 h. du soir.
19, brouillard depuis 4 h. du soir.
20, brouillard pendant tout le jour.
21, brouillard depuis 4 h. du soir.
22, brouillard à 7 h. du matin.
26, brouillard le matin jusqu'à 7 h. du soir.
29, fort vent depuis 7 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
30, brouillard à 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir; neige à 10 h. du matin; hauteur : 10cm,0.
31, brouillard pendant tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 1er à 10 h. soir	565,46	Le 1er à 1 h. matin	559 50
5 à 10 h matin	571.58	5 à 11 h. soir	571,00
8 à 1 h. matin	564.00	8 à 4 h. soir	563.41
10 à 10 h. soir	567,69	10 à 6 h. matin	566.30
18 à 1 h. matin	554,40	12 à 1 h. soir	558.26
23 à 4 h. soir	572,87	13 à 7 h. matin	559.68
25 à 10 h. soir	569,68	17 à 1 h. soir	550,09
26 à 10 h. soir	571,45	23 à 7 h. matin	572.35
31 à 1 h. matin	564,10	25 à 1 h. soir	568,65
		27 à 1 h. soir	570,69
		31 à 4 h. matin	563.30

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm			
1	562.64	— 3,22	559,50	565,46	+ 1,01	— 0,50	— 3,0	+ 4,2	.....	41,0	....	SW. 1	0,80
2	567,09	+ 1,32	565,50	568,15	+ 0,94	— 0,42	— 2,3	+ 5,7	.....	.....	....	SW. 1	0,73
3	568,65	+ 2,97	568,10	569,70	+ 0,07	— 1,14	— 1,2	+ 2,5	.....	35,0	....	SW. 1	0,98
4	570,65	+ 5,06	569,80	571,40	+ 1,82	+ 0,76	— 0,7	+ 3,9	.....	.....	....	SW. 1	0,92
5	571,36	+ 5,86	571,00	571,58	+ 2,57	+ 1,66	+ 1,2	+ 4,8	.....	.....	....	SW. 2	0,65
6	568,51	+ 3,10	566,60	570,80	+ 1,72	+ 0,96	+ 0,4	+ 6,5	.....	9,0	....	SW. 1	0,88
7	564.77	— 0,55	564,30	566,50	+ 0,89	+ 0,28	— 0,3	+ 3,4	.....	18,0	....	NE. 1	1,00
8	563,60	— 1,64	563,41	564,00	+ 1,32	+ 0,85	— 0,5	+ 4,1	.....	.....	....	NE. 1	0,40
9	565,25	+ 0,10	563,70	566,85	+ 1,31	+ 0,99	— 0,6	+ 3,6	.....	.....	....	NE. 1	1,00
10	567,19	+ 2,13	566,30	567,69	+ 2,27	+ 2,10	— 1,8	+ 5,4	.....	.....	....	NE. 1	0,05
11	565,38	+ 0,41	560,70	567,35	+ 0,01	— 0,01	— 1,2	+ 3,3	.....	.....	....	SW. 1	0,95
12	559,27	— 5,61	558,26	560,60	— 5,88	— 5,74	— 6,8	— 0,3	13,0	20,0	....	NE. 2	1,00
13	560,11	— 4,68	559,68	560,90	— 5,29	— 4,99	— 6,9	— 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,33
14	559,97	— 4,73	558,00	560,90	— 3,69	— 3,24	— 4,8	— 0,8	.....	.....	....	SW. 2	0,67
15	554,73	— 9,88	554,05	557,00	— 1,69	— 1,09	— 4,9	— 0,3	.....	.....	....	SW. 2	0,77
16	554,56	— 9,96	553,80	555,32	+ 1,57	+ 2,32	— 0,8	+ 4,2	.....	12,0	....	SW. 1	0,33
17	552,69	— 11,75	550,09	555,10	— 0,93	— 0,02	— 2,3	+ 1,7	.....	28,0	....	SW. 1	0,55
18	553,82	— 10,54	553,02	554,40	— 1,74	— 0,67	— 2,6	— 0,5	.....	.....	....	SW. 1	0,90
19	554,78	— 9,50	554,17	556,50	— 1,53	— 0,31	— 3,6	+ 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,80
20	560,31	— 3,89	556 90	563,40	— 2,34	— 0,97	— 4,0	+ 1,5	.....	.....	....	NE. 1	1,00
21	565,96	+ 1,84	563,90	567,80	+ 0,81	+ 2,33	— 5,8	+ 3,2	.....	18,0	....	NE. 1	0,92
22	570,32	+ 6,28	567,90	572,48	+ 3,89	+ 5,56	+ 0,4	+ 5,3	.....	.....	....	NE. 1	0,25
23	572,67	+ 8,71	572,35	572,87	+ 5,81	+ 7,64	+ 4,0	+ 8,5	.....	.....	....	NE. 1	0,03
24	570,68	+ 6,80	569,10	572,70	+ 3,64	+ 5,62	+ 2,4	+ 6,9	....	.....	....	NE. 1	0,03
25	569,07	+ 5,27	568,65	569,68	— 0,21	+ 1,92	— 1,6	+ 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,88
26	570,60	+ 6,88	569,40	571,45	+ 4,36	+ 6,64	— 1,3	+ 7,3	.....	.....	....	SW. 1	0,05
27	570,95	+ 7,30	570,69	571,40	+ 4,61	+ 7,04	+ 2,4	+ 6,5	.....	.....	....	SW. 1	0,00
28	569,88	+ 6,30	569,49	570,80	+ 2,84	+ 5,42	+ 1,2	+ 4,8	.....	.....	....	SW. 1	0,02
29	567,98	+ 4,47	565,50	569,10	+ 0,96	+ 3,69	— 0,2	+ 2,9	.....	.....	....	SW. 1	0,48
30	564,37	+ 0,93	564,03	565,60	— 0,93	+ 1,95	— 1,0	+ 1,2	10,0	30,0	....	SW. 1	1,00
31	563,69	+ 0,32	563,30	564,10	— 0,18	+ 2,84	— 0,8	+ 0,6	.....	.....	....	SW. 1	1,00
Mois	564 56	— 0,04			+ 0,58	+ 1,06							0 62

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	566,60	566,47	566,63	567,03	567,08	567,15	567,28	567,53
2e » ...	558,11	557,78	557,35	557,34	557,06	557,34	557,80	557,72
3e » ...	568,76	568,41	568,69	568,94	568,74	568,68	568,84	568,89
Mois	564,63	564,35	564,36	564,58	564,44	564,53	564,78	564,85

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+ 0,69	+ 1,87	+ 2,49	+ 2,28	+ 1,85	+ 1,11
2e » ...	— 2,34	— 1,91	— 0,91	— 1,41	— 2,11	— 2,30
3e » ...	+ 1,82	+ 2,77	+ 3,95	+ 3,35	+ 2,30	+ 1,71
Mois	+ 0,11	+ 0,97	+ 1,91	+ 1,47	+ 0,73	+ 0,22

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	o	o		mm	cm
1re décade...	— 0,88	+ 4,41	0,74	103,0	....
2e » ...	— 3,79	+ 1,02	0,73	60,0	13,0
3e » ...	— 0,03	+ 4,54	0,42	48,0	10,0
Mois	— 1,52	+ 3,36	0,62	211,0	23,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 0,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W., et son intensité est égale à 19,3 sur 100.

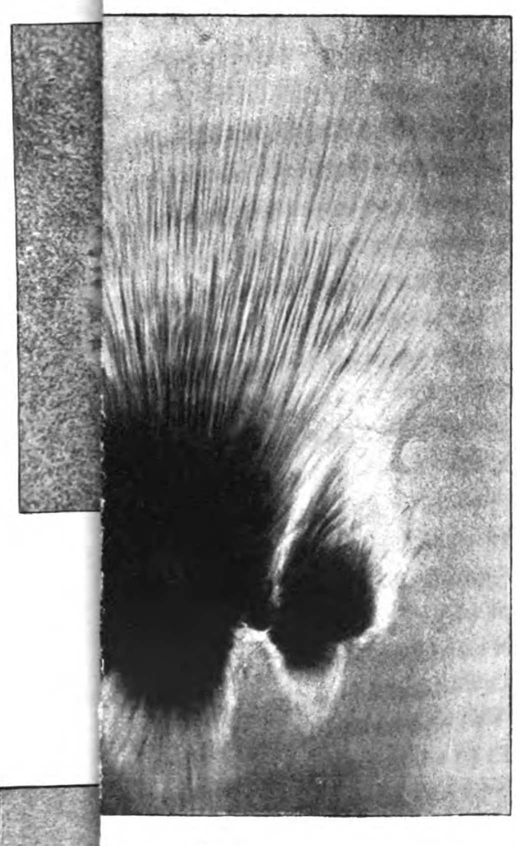


Fig. 3.

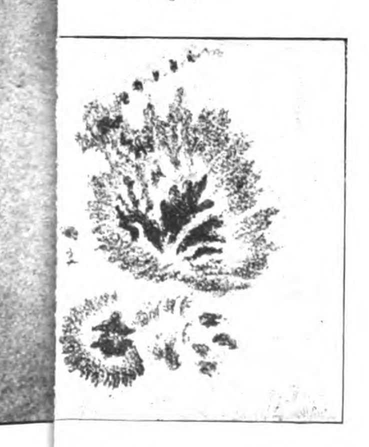


Fig. 6.

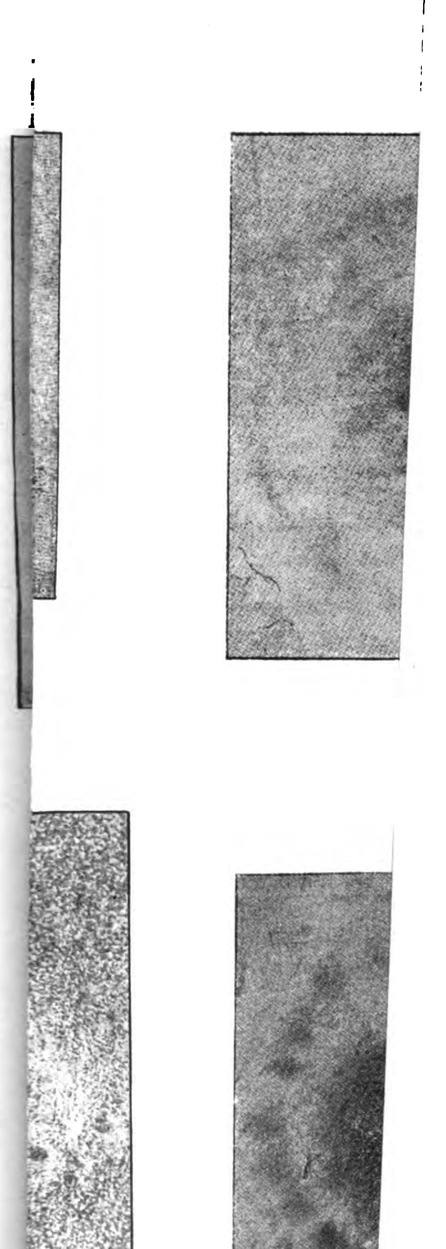
1°
2°
3°

1°
2°
3°

1°
2°
3°

s(







EW YO
LIBRA
R, LENOX
N FOUNDAT



Digitized by Google

SUR LES ÉCRANS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

PAR

C. GUTTON

Agrégé de physique.

M. Henri Veillon a publié dans les *Archives*[1] plusieurs expériences curieuses sur les écrans électromagnétiques. Ayant répété ces expériences au laboratoire de physique de l'Université de Nancy, j'ai été amené à faire quelques expériences nouvelles analogues à celles de M. Veillon et à trouver un aperçu de l'explication tant de ses expériences que des miennes.

M. Veillon plaçait un excitateur derrière une ouverture circulaire percée dans un écran; les ondes électriques qui passaient par cette ouverture agissaient sur un cohéreur disposé en avant de l'écran. S'il munissait l'ouverture de l'écran d'un bout de tuyau métallique de même diamètre que l'ouverture et dont l'axe était perpendiculaire au plan de l'écran, toute action sur le cohéreur cessait; mais s'il plaçait immédiatement devant le cohéreur, un second écran, le cohéreur était à nouveau rendu conducteur.

Dans mes expériences un premier écran placé devant

[1] H. Veillon, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, mai 1898. Quelques expériences sur les cohéreurs.

l'excitateur n'avait *aucune ouverture* et abritait complètement un cohéreur situé en avant de l'écran. Si on plaçait un second écran entre l'excitateur et le cohéreur et très près de ce dernier, le cohéreur était rendu conducteur par les ondes issues de l'excitateur, de sorte que le second écran empêchait le premier d'abriter le cohéreur.

Les expériences étaient disposées à peu près comme celles de M. Veillon. Un excitateur, formé de deux gros cylindres de laiton, identiques à ceux dont Hertz s'est servi dans ses expériences sur les rayons de force électrique, est actionné par une bobine de Ruhmkorff. L'axe de l'excitateur est disposé horizontalement. Les ondes produites par cet excitateur agissent sur un cohéreur formé d'un tube de verre de 2 cm. de diamètre intérieur fermé à ses deux extrémités par des disques en laiton de diamètre un peu inférieur à celui du tube. Ces deux disques sont distants d'environ 3 cm. et l'espace qu'ils comprennent est à moitié rempli de petites vis de fer de 0,5 cm. de longueur, pesant chacune environ 0,07 gr. L'emploi de vis de fer dans la construction des cohéreurs a été indiqué par M. Drude[1] et permet d'obtenir des appareils dont la sensibilité reste à peu près constante. Le cohéreur est placé dans un circuit comprenant un élément de pile et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval. La pile et le galvanomètre sont enfermés dans une boîte en zinc; un petit trou percé dans l'une des parois de la boîte permet d'observer les déviations du miroir du galvanomètre. Un tuyau de plomb contenant les fils de jonction de la pile et du galvanomètre avec le cohéreur

[1] P. Drude. *Wied. Ann.* 65 p. 481, 1898. Ueber die Messung electrischer Wellenlängen mittelst der Quinck'schen Interferenzröhre.

fait communiquer cette première boîte avec une seconde, dont la face antérieure porte une ouverture circulaire de 12 cm. de diamètre.

Le cohéreur, dont l'axe est parallèle à celui de l'excitateur, est placé dans cette seconde boîte immédiatement derrière l'ouverture. J'ai constaté que si cette ouverture était hermétiquement fermée les ondes ne pouvaient agir sur le cohéreur et que par suite la protection du galvanomètre et des fils de jonction était suffisante. Comme M. Veillon, j'appellerai dans la suite *axe principal* la droite qui joint l'étincelle de l'excitateur au milieu du cohéreur.

L'excitateur étant placé à 4 mètres du cohéreur, je dispose normalement à l'axe principal, à 10 cm. en avant de l'excitateur une feuille de zinc de 2 mètres de hauteur et de 1 mètre de largeur. On constate alors que toute action sur le cohéreur est interceptée. Si ensuite on place à 5 ou 6 cm. en avant du cohéreur et normalement à l'axe principal un écran, qui peut avoir jusqu'à 50 cm. de diamètre, l'action sur le cohéreur reparaît. Le second écran rétablit encore l'action si on le place dans le plan horizontal contenant l'axe principal. Il ne produit, au contraire, aucun effet s'il est placé dans le plan vertical qui passe par cet axe.

L'action reparaît encore si, comme l'a fait M. Veillon, on dispose un fil métallique ayant au moins 30 cm. de longueur parallèlement au cohéreur et très près de celui-ci. Le même fil métallique est sans action s'il est placé dans le plan vertical qui contient l'axe principal.

Si on conserve la distance de 10 cm. entre l'excitateur et le premier écran et si on remplace celui-ci par un écran plus grand fait de deux feuilles de zinc soudées

ensemble de manière à former un carré de 2 mètres de côté, l'action sur le cohéreur ne peut plus être rétablie au moyen d'un second écran.

Il résulte de ce qui précède que:

Si un écran de dimensions peu considérables placé en avant d'un excitateur empêche les ondes d'agir sur un cohéreur placé en avant de l'écran, l'action sur le cohéreur peut être rétablie au moyen d'un second écran, ou d'un fil métallique placé près de ce cohéreur, à condition toutefois que l'écran ou le fil ne soient pas dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'excitateur en son milieu.

L'action sur le cohéreur pouvant être rétablie, il est nécessaire que les ondes puissent passer en avant du premier écran. Si cet écran est suffisamment épais pour ne pouvoir être traversé, les ondes ne peuvent se répandre dans l'espace situé en avant de l'écran qu'en contournant ce dernier par ses bords; il en résulte que si on empêche les ondes d'atteindre les bords de l'écran l'action sur le cohéreur ne pourra plus jamais être rétablie. Pour m'en assurer j'ai enfermé la bobine et l'excitateur dans une grande boîte dont j'ai recouvert d'épaisses feuilles de plomb, toutes les faces sauf la face antérieure; cette face est formée par l'écran en zinc que j'ai appliqué exactement contre les bords de la boîte. Les ondes qui tendraient à contourner l'écran par ses bords sont alors arrêtées par les parois de la boîte. J'ai constaté que, dans ces conditions, aucune action sur le cohéreur ne pouvait plus être rétablie. Cette expérience prouve d'abord que l'écran en zinc était suffisamment épais pour ne pouvoir être traversé et qu'ensuite les ondes qui, dans les premières expériences, agissent sur le cohéreur, lorsqu'on interpose le second écran, sont celles qui ont contourné

le premier écran par ses bords. Lorsque le second écran n'est pas en place ces ondes ne sont pas assez intenses au point où se trouve le cohéreur pour pouvoir le rendre conducteur, mais puisqu'en interposant cet écran devant le cohéreur celui-ci devient conducteur, il est nécessaire d'admettre que ce second écran rassemble sur le cohéreur des ondes qui auparavant passaient à côté de lui sans l'atteindre.

Dans les ondes issues de l'excitateur, les lignes de force électrique aboutissent normalement aux surfaces conductrices et les lignes de force magnétique sont tangentes à ces surfaces. D'après le théorème de Poynting, l'énergie électromagnétique se propage, en un point du champ hertzien, normalement au plan déterminé par les directions de la force électrique et de la force magnétique; il en résulte qu'au voisinage d'une surface conductrice l'énergie se propage parallèlement à cette surface. Dans les expériences qui précèdent, une partie de l'énergie rayonnée par l'excitateur longe la surface du premier écran, le contourne par ses bords et se répand dans l'espace situé en avant du côté du cohéreur, puis atteignant le second écran les ondes sont détournées de leur trajet primitif et ramenées le long de la surface de cet écran. Elles arrivent ainsi au cohéreur, qui est placé très près de cette surface.

On s'explique facilement qu'un écran secondaire, ou un fil métallique, qui sont tout entiers dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'excitateur en son milieu ne peuvent produire aucun effet. En effet en tous les points de ce plan, qui est un plan de symétrie des appareils, les lignes de force électrique sont normales au plan et les lignes de force magnétique sont dans le plan; si on y

place un écran métallique mince les ondes se trouvent avoir leurs lignes de force électrique normales aux surfaces métalliques de l'écran et leurs lignes de force magnétique tangentes à ces surfaces sans qu'aucune modification dans la forme des ondes soit nécessaire, tout se passe donc à peu près comme si l'écran n'existait pas. Au contraire, si la surface de l'écran se présente tangentiellement aux lignes de force électrique, ce qui est le cas lorsque l'écran est normal à l'axe principal, ces lignes de force doivent se déformer complètement pour devenir normales à l'écran et l'on voit que l'interposition d'un écran en modifiant complètement la forme des lignes de force amène près du cohéreur des ondes qui n'y seraient pas arrivées.

L'AUTOMOBILISME ET LA FORCE MOTRICE

LE MOTEUR AIR-EAU

PAR

Raoul PICTET

Avec planche V.

(Suite [1]*.)*

Nous revenons au calcul des quantités de chaleur à fournir au moteur air-eau au moment où la condensation commence.

Nous prenons la courbe des tensions maxima de la vapeur d'eau et, pour chaque degré, multiplions la tension de la vapeur correspondant à cette température par le volume de vapeur et son poids spécifique ; en retranchant de ce produit le poids de la vapeur qui reste pour un degré d'abaissement de température, nous avons le poids de vapeur condensée; ce poids multiplié par la chaleur latente de la vapeur d'eau à cette température, nous fournit l'ordonnée correspondante.

La courbe, comme on le voit, se trace par points, et la série de ces points se trouve sur une courbe logarithmique, car on sait que les tensions maxima de la vapeur d'eau varient en fonction des températures suivant une courbe exponentielle.

[1] Voir *Archives*, t. V, avril 1898, p. 350, mai, p. 444, et juin p. 550; t. VI, juillet, p. 16.

Mais la courbe vraie est plus compliquée que nous ne venons de le dire.

En effet, au fur et à mesure que l'air et la vapeur se refroidissent et que la vapeur se condense, une certaine quantité d'eau s'est formée, laquelle en se refroidissant abandonne sa chaleur spécifique multipliée par l'écart de température.

De plus, le volume gazeux ne conserve pas sa même composition physique; la masse d'air est la même, mais la vapeur d'eau n'étant pas constante, la chaleur spécifique du mélange varie.

L'ordonnée réelle de la courbe en fonction des températures est donc fournie par la somme des trois quantités qui sont représentées par trois courbes superposées.

1° La courbe de l'air pur.

2° » de la vapeur d'eau pure.

3° » de l'eau pure.

5. Calculons *le point de la courbe où la condensation commence*. — Les conditions qui permettent de préciser cette température sont les suivantes :

D'une part, on connaît la pression totale pour le mélange d'air et de vapeur d'eau : c'est une atmosphère.

D'autre part, nous connaissons leur rapport en volumes.

Volume total	=	Vol. d'air	+	Vol. de vap.
3	=	2,163	+	0,837

La saturation est obtenue au moment où la pression de la vapeur dans le volume total occupé par l'air et par elle-même égale la tension de saturation.

Dans notre exemple cette tension est donc donnée par la relation :

$$760 \times \frac{0,837}{3} = 212^{mm},04$$

Nous cherchons maintenant dans les tables de Regnault la température correspondant à cette tension et nous déterminons ainsi la température à laquelle commence la condensation : c'est 67°,7.

Ainsi jusqu'à 67°,7, notre échangeur ne pourra donner comme quantité de chaleur que la somme des produits de la chaleur spécifique par le poids de chaque composant et par l'écart de température.

En traçant ces courbes avec beaucoup de soin sur du papier quadrillé très fin, en portant comme ordonnées les valeurs numériques calculées comme il est expliqué plus haut, nous pouvons séparer les quantités de chaleur fournies en deux phases bien distinctes.

La 1re phase va de 350° à 67°,7.

Dans cette première phase, la chaleur spécifique des gaz est constante et la quantité de chaleur représentée par la surface est équivalente à 609^{mm^2}.

Pour estimer cette surface en calories, voici les paramètres dont nous nous sommes servis.

Nous avons adopté pour abscisses (températures) $0^{mm},5$ par degré. Pour les ordonnées (capacités calorifiques) 10^{mm} par calorie.

La deuxième phase commence à 67°,7, au moment où l'air étant saturé de vapeur d'eau permet la condensation de la vapeur contre les surfaces de l'échangeur.

A 67°,7, la tension de la vapeur d'eau est $212^{mm},04$; pour une différence de 1°, la tension de la vapeur d'eau s'abaisse de 9^{mm}, et le poids de vapeur condensée pour 1° est de $0^{gr},0125$.

En multipliant le poids de cette eau par la chaleur latente de vaporisation de l'eau pour cette température, on obtient la valeur de l'ordonnée de la courbe cherchée.

En opérant ainsi à différentes températures, nous obtenons les tableaux suivants :

Chaleur fournie par la condensation.

température	chaleur latente	poids	quant. de chaleur
67° 7	559,5	0g.0125	6 cal. 993
60°	564,8	0g.0099	5 cal. 591
50°	571,75	0g.0065	3 cal. 716
40°	578,7	0g.0042	2 cal. 43
30°	585,7	0g.0026	1 cal. 522

Chaleur entraînée par la vapeur saturante.

température	chaleur spécit.	poids	quant. de chaleur
67°7	0,475	0,2954	0 cal. 1403
60°	»	0,207	0 cal. 098
50°	»	0,128	0 cal. 0608
40°	»	0,0764	0 cal. 03619
30°	»	0,0438	0 cal. 0208

Chaleur entraînée par l'eau de condensation.

température	poids	quant. de chaleur
67°7	0,2954—0,2954	0 cal.
60°	0,2954—0,207	0 cal. 0884
50°	0,2954—0,128	0 cal. 1674
40°	0,2954—0,0764	0 cal. 2190
30°	0,2954—0,0438	2 cal. 2516

Ces résultats permettent de tracer la courbe à partir de 67°7. Comme on le voit, elle s'élève avec une grande rapidité et donne une ordonnée environ 19 fois plus grande que l'ordonnée correspondant au mélange des gaz.

A partir de 67°7 jusqu'à 30° la courbe s'abaisse et notre calcul montre qu'à 30° l'ordonnée a encore environ

3 fois $^1/_2$ la valeur de celle correspondant au mélange des gaz.

En même temps que la vapeur se condense, l'eau de condensation se refroidit et abandonne une certaine quantité de chaleur; par contre la quantité de vapeur contenue dans l'air diminue et le mélange d'air et de vapeur se modifiant au fur et à mesure de la condensation, possède une chaleur spécifique qui diminue de plus en plus.

Les courbes 1 et 2 (Pl. V) représentent la chaleur abandonnée par l'eau de condensation et la variation de la capacité calorifique du mélange d'air et de vapeur.

A partir de 67°7 jusqu'à 30°, la totalité de la chaleur abandonnée par l'air, par la vapeur qui se condense et l'eau condensée est représentée par une surface de 827^{mm^2}.

En prenant les mêmes paramètres que plus haut, nous transformons cette surface en calories et nous obtenons 165 cal. 4.

La somme totale de la chaleur que les gaz sortant des cylindres moteurs peuvent abandonner en se refroidissant de 50° à 30° et en condensant le maximum de vapeur compatible avec ce refroidissement est représentée par la somme des deux phases, soit :

$$121,8 + 165.4 = 287^{cal},2$$

6. Cette chaleur pourra-t-elle être utilisée par le courant ascendant de l'air et de l'eau qui sortent du compresseur et qui cheminent en sens inverse derrière la paroi métallique qui les sépare?

Pour répondre à cette question, nous allons examiner, par la même méthode, les quantités de chaleur absorbées

par le mélange air-eau sortant du compresseur et se dirigeant vers les cylindres moteurs.

Nous emploierons les mêmes paramètres et la même représentation graphique pour mesurer les quantités de chaleur absorbées par le mélange air-eau et pour un degré d'élévation de température.

A 30° l'air arrive saturé de vapeur à cette température, et avec une certaine quantité d'eau.

Nous admettons que le mélange sort du compresseur à 30°.

Au fur et à mesure que cette eau passe sur les parois de l'échangeur, elle enlève des calories aux gaz qui se refroidissent de l'autre côté de la paroi et échauffent sa propre masse.

Un examen superficiel de la question pourrait faire admettre que l'échange de température doive se faire régulièrement d'un bout à l'autre de l'échangeur puisque dans les deux sens circulent des masses égales d'air et d'eau.

Il n'en est rien cependant.

Dans le courant montant, les gaz sont sous la pression de 9 atmosphères; la température de saturation pour l'air est dans ce cas toute différente que lorsque les gaz sont à la pression atmosphérique, ainsi que nous l'avons déjà vu.

Nous pouvons dès maintenant fixer par le calcul la température où cette saturation s'effectuera.

Le rapport du volume de l'air à celui de la vapeur est différent du cas de l'échappement tant que la saturation de l'air n'est pas obtenue; mais dès que la saturation est atteinte, le rapport du volume de vapeur d'eau au volume total (air et vapeur) est le même que dans le cas de l'échappement.

La tension de la vapeur correspondant à la saturation est donc :

$$9 \times 760 \times 0{,}279 = 1908{,}36$$

Cette tension correspond à la température de 128° environ.

On voit par ce résultat la différence fondamentale des phénomènes qui se passent dans l'échangeur.

Nous allons tracer la courbe par points en prenant comme ordonnées la capacité calorifique du mélange d'air et d'eau pour l'élévation de température de 1°.

Au fur et à mesure que l'eau se vaporise son poids diminue ; par contre le volume gazeux augmente.

Nous aurons donc ici encore 3 courbes dont la 1re représente la capacité calorifique des gaz et vapeur ;

la 2me représente la capacité calorifique de l'eau ;

et la 3me représente la capacité calorifique résultant de l'absorption de la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

La somme de ces trois courbes représente la capacité calorifique totale du mélange.

Ici encore, nous avons 2 phases analogues à celles de la figure I.

Dans la 1re phase l'eau et l'air entrent à 30° dans l'échangeur, et l'eau se vaporise progressivement jusqu'à son épuisement complet qui a lieu à 128°.

Lorsque toute l'eau est vaporisée, commence la 2me phase dans laquelle la capacité calorifique du mélange est représentée par la somme des chaleurs spécifiques des masses d'air et de vapeur d'eau.

Nous établissons, de même que pour l'échappement, les tableaux des résultats obtenus, qui permettent de tracer les courbes par points.

1° *Chaleur absorbée par la vaporisation de l'eau*

température	chal. latente	poids	quant. de chaleur
128°	517,6	0g.0088	4 cal. 554
115°	526,6	0g.00634	3 cal. 338
100°	537	0g.00429	2 cal. 303
90°	544	0g.00294	1 cal. 599
75°	554,4	0g.0019	1 cal. 053
60°	564,8	0g.0011	0 cal. 621
30°	585,7	0g.0002888	0 cal. 168

2° *Chaleur absorbée par la vapeur saturante*

température	chal. spécifique	poids	quant. de chaleur
128°	0,475	0g.2954	0 cal. 1403
115°	»	0g.1493	0 cal. 0707
100°	»	0g.1176	0 cal. 0558
90°	»	0g.0813	0 cal. 0386
75°	»	0g.0447	0 cal. 0212
60°	»	0g.023	0 cal. 0109
30°	»	0g.0048	0 cal. 00228

3° *Chaleur absorbée par le liquide*

température	poids	quant. de chaleur
128°	0,2954 — 0,2954	0 cal.
115°	0,2954 — 0.1493	0 cal. 1461
100°	0,2954 — 0,1176	0 cal. 1778
90°	0,2954 — 0,0813	0 cal. 2141
75°	0,2954 — 0,0447	0 cal. 2507
60°	0,2954 — 0,023	0 cal. 2724
30°	0,2954 — 0,0048	0 cal. 2906

2me phase :

air	1,225 × 0,2379 × 222	64,61
vapeur	0,2954 × 0,475 × 222	31,14
		95,75

On voit que dans la figure II les extrémités d'entrée et de sortie sont identiques à celles de la figure I.

Les gaz (vapeur d'eau et d'air) dans la figure I pas-

sent de 350° à 30° en liquéfiant toute la quantité de vapeur qu'il est possible de liquéfier.

Dans la figure II, l'eau et l'air entrent à 30°, toute l'eau se vaporise et le mélange des gaz est chauffé à 350° sous la pression de 9 atmosphères.

Dans l'échangeur, ces deux courbes qui représentent les quantités de chaleur à fournir ou à ôter à une même masse d'air et d'eau ne se superposeront point car elles ne représentent point de mêmes quantités de chaleur à échanger aux mêmes points de l'échelle thermométrique.

Une assez grande quantité de chaleur se perdra nécessairement dans l'atmosphère par l'échappement sans pouvoir être utilisée dans l'échangeur. Il est important de montrer cette perte obligatoire, quelque système que l'on emploie pour perfectionner l'échangeur.

Calculons d'abord la surface de la courbe II,

1re phase de 30° à 128° ou à 1029$^{mm^2}$ soit 205,9
2me phase de 128° à 350° ou à 479$^{mm^2}$ soit 95,8

soit en tout 1508$^{mm^2}$ soit 301,7 calories.

Si nous comparons ces résultats avec ceux de la fig. I, nous voyons que ces deux surfaces ne sont pas rigoureusement équivalentes; il y a une différence de

$$\underset{\text{Fig. II.}}{1508^{mm^2}} - \underset{\text{Fig. I.}}{1436^{mm^2}} = 72^{mm^2}$$

ces 72$^{mm^2}$ représentent environ 14 calories 5.

Cela provient uniquement de ce que nous supposons l'air entrant dans le compresseur absolument sec et sortant de l'échangeur saturé à 30°, après avoir circulé dans le moteur; il emporte donc ainsi une quantité de chaleur par la vapeur qu'il contient et cette quantité est de 14 calories 5.

7. — ***Récupération de la chaleur de l'échappement dans l'échangeur de température.*** — Ainsi que nous l'avons dit, les quantités de chaleur qui arrivent par les courbes de la fig. II sont cédées en 2 phases éminemment distinctes l'une de l'autre.

La chaleur latente de condensation ne peut en aucun cas se transformer en chaleur utilisable à une température supérieure à 67°7 ; jusque-là on ne peut utiliser que la chaleur spécifique du mélange gazeux et la quantité totale disponible est représentée par 536^{mm^2} qui correspondent à 107 calories 2.

Nous voyons, en traçant sur la courbe de la fig. II la surface représentée par ce nombre, qu'il faut remonter à une abscisse de 29^{mm},1 à partir de 30° comme origine ; cela correspond à 101°,65.

La conclusion à laquelle nous sommes parvenu est celle-ci : c'est que si la totalité de la chaleur à l'échappement est utilisée pour réchauffer le mélange ascendant d'eau et d'air, entrant dans l'échangeur et se dirigeant sur les cylindres où il doit entrer à 350° : (l'emploi d'un *échangeur parfait* obligeant cependant de jeter dans l'air atmosphérique, à la pression atmosphérique un mélange de vapeur d'eau et d'air à la température de 101°65;) cette quantité de chaleur résidant encore dans les gaz et notamment toute la chaleur latente de la vapeur d'eau sont ***obligatoirement perdues pour la machine.***

On voit que cette méthode graphique dispense de manier des équations transcendantes qui seraient les intégrales de fonctions exponentielles superposées, et qui devraient être intégrées ayant l'inconnue sous le signe $\int$ dans les limites même de l'intégration.

En traçant les courbes suivant les résultats des travaux

de Regnault, on a une expression graphique de tous les phénomènes qui se passent dans l'appareil et la vérification des principes qui servent au fonctionnement du moteur qui nous occupe.

8. — *Calcul des quantités de chaleur à fournir.* — Calculons la somme totale des quantités de chaleur à fournir au moteur.

L'air et l'eau comprimés sous la pression de 9 atmosphères pénètrent au sortir du compresseur dans l'échangeur où ils s'élèvent *gratuitement* à une température de 101°,65.

Nous disons *gratuitement*, puisqu'ils utilisent pour cela la chaleur perdue de l'échappement.

De 101°65 à 350°, il faut fournir à l'eau et à l'air une quantité de chaleur de

$$\underset{\text{totale}}{301{,}7} - \underset{\text{récupérée}}{107{,}2} = \underset{\text{à fournir}}{194{,}5}$$

Ainsi il faut fournir un mélange, pour une révolution, une quantité de chaleur de $194^{c}5$.

En outre de cette quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'air et à l'eau pour les amener à l'état de gaz et à 350° dans les cylindres moteurs, nous devons fournir à ces gaz une quantité de chaleur suffisante pour leur permettre de se détendre sans abaisser leur température.

Chacun des cylindres donnant $21^{km}4132$, le travail total est donc :

$$21{,}4132 \times 3 = 64{,}2396.$$

Pour déterminer la quantité de chaleur à fournir pendant la détente, nous nous servons du premier principe de l'équivalence; en divisant le travail par 425, nous



aurons la quantité de chaleur à fournir aux cylindres et aux gaz pour maintenir la détente isothermique

$$\frac{64,2396}{425} = 157^{p.c}15.$$

A ce moment, les gaz ayant terminé leur travail dans les cylindres s'échappent au dehors en traversant l'échangeur et ne font plus que rendre leur chaleur au courant ascendant.

Faisons la somme de ces quantités de chaleur pour déterminer la chaleur totale à fournir au moteur :

1° à fournir après l'échangeur	194,50
2° à fournir pendant la détente	151,15
soit	345,65

En ramenant le tout à l'heure, on trouve

$$Q = 300 \times 60 \times 345,65 = 6,221^{g.c}7.$$

9. *Dépense totale et rendement du moteur air-eau.*

Il résulte de l'étude numérique que nous venons de faire qu'en mélangeant de l'eau et de l'air dans des proportions telles que, pour chaque litre d'air, on introduise $0^{gr}2954$ d'eau et que l'on fasse fonctionner le moteur à une pression de 9 atmosphères jusque dans les cylindres, en maintenant les cylindres à 350° pendant la détente, il est possible d'obtenir 2 chevaux 85 de puissance effective avec une dépense de $6221^{c}7$.

Nous n'avons compris, dans ces chiffres, ni les frottements des organes, ni la déperdition due au rayonnement, ni les imperfections inévitables de l'échangeur, ni la circulation d'eau qui se fait dans le cylindre de compression d'air.

Ces quantités sont, du reste, extrêmement variables, et n'auraient fait que gêner l'étude théorique à laquelle nous nous sommes livré. *(A suivre.)*

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1897

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER
Professeur

(Suite et fin[1].)

II. Pression atmosphérique.

Genève. — Le baromètre normal de Noblet a servi aux six observations trihoraires diurnes. Sa correction, déterminée en 1892, est de + 0mm 43. L'altitude absolue de l'extrémité de la pointe d'ivoire, correspondant au zéro du baromètre, est de 404m 91, si l'on admet, comme hauteur absolue du repère de la pierre du Niton, la valeur 373m 54, indiquée comme la plus probable dans la 9me livraison du « Nivellement de précision de la Suisse ».

Les indications pour les deux observations nocturnes de 1 h. et de 4 h. du matin, ainsi que pour les minima et les maxima diurnes, sont fournies par le barographe horaire de Hipp dont les constantes sont soigneusement déterminées chaque mois. Le baromètre à enregistrement

[1] Voir *Archives*, t. VI, novembre 1898, p. 459.

XIII. GENÈVE, 1897. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1896	724,71	+0,09	-0,21	-0,31	+0,31	-0,19	-0,12	+0,11	+0,32
Janvier 1897 .	722,50	+0,41	+0,20	+0,06	+0,39	-0,41	-0,48	-0,14	-0,03
Février	731,76	-0,07	-0,05	+0,10	+0,46	-0,09	-0,43	+0,01	+0,07
Mars	724,76	+0,25	-0,14	+0,03	+0,34	+0,09	-0,42	-0,17	+0,02
Avril	724,31	+0,25	-0,15	-0,07	-0,05	-0,34	-0,49	+0,09	+0,76
Mai	724,03	+0,28	+0,13	+0,37	+0,18	-0,30	-0,65	-0,34	+0,34
Juin	727,98	+0,17	+0,07	+0,62	+0,49	-0,15	-0,71	-0,60	+0,11
Juillet	727,05	+0,24	+0,17	+0,51	+0,38	-0,26	-0,77	-0,50	+0,22
Août.	727,05	+0,12	-0,04	+0,30	+0,42	-0,12	-0,60	-0,31	+0,24
Septembre . .	728,16	+0,19	-0,12	+0,10	+0,35	-0,08	-0,43	-0,14	+0,13
Octobre	730,02	+0,05	-0,18	+0,13	+0,35	-0,33	-0,56	+0,05	+0,49
Novembre . . .	732,93	+0,40	+0,29	+0,14	+0,58	-0,35	-0,73	-0,30	-0,03
Hiver	726,14	+0,15	-0,02	-0,05	+0,38	-0,23	-0,34	-0,01	+0,12
Printemps. . .	724,37	+0,26	-0,05	+0,11	+0,16	-0,18	-0,52	-0,14	+0,36
Été	727,35	+0,18	+0,06	+0,48	+0,43	-0,17	-0,70	-0,47	+0,19
Automne . . .	730,36	+0,22	0,00	+0,13	+0,42	-0,26	-0,58	-0,13	+0,20
Année.	727,05	+0,20	0,00	+0,17	+0,35	-0,21	-0,54	-0,19	+0,22

XIV. SAINT-BERNARD, 1897. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1896.	559,61	+0,09	+0,03	-0,08	+0,17	-0,27	-0,22	+0,06	+0,22
Janvier 1897 . .	557,04	+0,37	+0,28	+0,02	+0,14	-0,29	-0,31	-0,10	-0,11
Février	566,21	-0,04	-0,30	-0,16	+0,11	-0,07	-0,08	+0,19	+0,35
Mars	561,18	+0,22	-0,30	-0,29	0,00	+0,08	-0,04	+0,16	+0,17
Avril	561,41	+0,11	-0,38	-0,39	-0,14	-0,09	0,00	+0,34	+0,55
Mai.	561,97	+0,22	-0,34	-0,38	-0,16	-0,03	+0,01	+0,24	+0,43
Juin	568,96	+0,01	-0,41	-0,16	+0,03	+0,03	+0,07	+0,13	+0,30
Juillet	568,70	+0,21	-0,20	-0,15	-0,04	-0,02	-0,05	+0,06	+0,19
Août	568,50	+0,12	-0,26	-0,29	-0,03	-0,04	-0,02	+0,17	+0,35
Septembre . . .	567,20	+0,18	-0,19	-0,23	+0,02	-0,05	-0,08	+0,11	+0,24
Octobre.	567,11	+0,09	-0,19	-0,24	+0,01	-0,12	-0,08	+0,18	+0,36
Novembre . . .	568,68	+0,34	+0,04	-0,07	+0,18	-0,16	-0,26	-0,07	0,00
Hiver	560,78	+0,15	+0,01	-0,07	+0,15	-0,22	-0,21	+0,04	+0,15
Printemps . . .	561,52	+0,18	-0,34	-0,35	-0,10	-0,01	-0,01	+0,25	+0,38
Été	568,72	+0,12	-0,29	-0,21	-0,02	-0,01	0,00	+0,13	+0,28
Automne	567,65	+0,20	-0,12	-0,18	+0,07	0,11	-0,14	+0,08	+0,20
Année	564,68	+0,16	-0,18	-0,20	+0,02	-0,09	-0,09	+0,12	+0,26

Si l'on prend la différence des pressions atmosphériques observées à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

Hiver	165,36	0,00	-0,03	+0,02	+0,23	-0,01	-0,13	-0,05	-0,03
Printemps . . .	162,85	+0,08	+0,29	+0,46	+0,26	-0,17	-0,51	-0,39	-0,02
Été	158,63	+0,06	+0,35	+0,69	+0,45	-0,16	-0,70	-0,60	-0,09
Automne	162,71	+0,02	+0,12	+0,31	+0,35	-0,15	-0,44	-0,21	0,00
Année	162,37	+0,04	+0,18	+0,37	+0,33	-0,12	-0,45	-0,31	-0,04

continu de Redier, donné à l'Observatoire par Philippe Plantamour, complète occasionnellement ces données et, grâce à sa forte amplification, fournit des courbes intéressantes lors des brusques changements de pression.

Grand Saint-Bernard. — Le baromètre de Gourdon, donné à l'Hospice par Auguste de la Rive, sert aux six observations diurnes. Sa correction, déterminée pour la dernière fois en 1891 est de — $0^{mm}20$.

Les valeurs de la pression atmosphérique à 1 h. et à 4 h. du matin, ainsi que les minima et les maxima diurnes sont relevés sur un barographe horaire de Hottinger qui a été décrit dans le « Résumé » de 1884.

Dans les *deux stations*, la moyenne des huit observations trihoraires donne la *moyenne diurne* de la *pression atmosphérique*,

1° *Moyennes générales. — Variation diurne. — Ecarts.*

Le *tableau XIII* donne, pour *Genève*, les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les douze mois, les saisons et l'année météorologique ; il donne en outre la variation diurne pour ces mêmes périodes, exprimée par les différences entre les moyennes générales et les moyennes des huit observations trihoraires.

Le *tableau XIV* fournit les indications analogues pour le *Grand Saint-Bernard.*

Ce tableau fournit aussi les différences entre les pressions moyennes de Genève et du Grand St.-Bernard pour les quatre saisons et pour l'année. Ces différences correspondent au poids de la couche d'air comprise entre les deux stations. En prenant les moyennes annuelles seules: $727^{mm}.05$ pour Genève et $564^{mm}.68$ pour le Grand St-Bernard; puis les températures moyennes annuelles :

+ 9°.79 et — 1°.13; enfin les moyennes annuelles de la fraction de saturation : 0.77 et 0.80, on peut calculer la différence d'altitude entre les deux stations,

Les tables hypsométriques d'E. Plantamour donnent, pour cette différence d'altitude, la valeur 2064^{m}.0.

Les tables météorologiques internationales fournissent pour cette même différence, la valeur 2061^{m}.5.

Le nivellement direct exécuté avec le niveau à lunette, en 1855, par E. Plantamour et le colonel Burnier avait donné la valeur 2070^{m}.3.

Le *tableau XV* donne les résultats de la comparaison entre les moyennes mensuelles et annuelles et les valeurs normales déduites, par E. Plantamour, des 40 années de 1836 à 1875, pour Genève, et des 27 années de 1841 à 1867, pour le Grand Saint-Bernard.

XV	ÉCARTS		
Époque.	Genève.	Saint-Bernard.	Genève–St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1896 ...	— 3,25	— 2,71	— 0,54
Janvier 1897......	— 4,87	— 3,45	— 1,42
Février..........	+ 4,92	+ 5,97	— 1,05
Mars............	— 0,27	+ 1,47	— 1,74
Avril............	— 0.46	— 0,22	— 0,24
Mai..............	— 1,21	— 1,87	+ 0,66
Juin.............	+ 0,79	+ 1,85	— 1,06
Juillet...........	— 0,60	+ 0,22	— 0,82
Août.............	— 0,61	+ 0,10	— 0,71
Septembre........	+ 0,53	— 0.25	+ 0,78
Octobre..........	+ 3,51	+ 2,51	+ 1,00
Novembre........	+ 7,08	+ 6,65	+ 0,43
Année...........	+ 0,41	+ 0,80	— 0,39

Il en résulte que, en 1897, à *Genève*, la hauteur barométrique moyenne annuelle est supérieure de 0^{mm}41

à la moyenne, et au *Grand Saint-Bernard*, supérieure de 0mm80, presque du double.

Ce qui est vrai pour *l'année météorologique* est plus vrai encore pour *l'année civile*. En effet la pression atmosphérique a été sensiblement plus élevée en décembre 1897 qu'en décembre 1896. Cela découle des chiffres suivants :

	Genève mm.	Grand Saint-Bernard mm.
Décembre 1896	724.71	559.61
» 1897	729.62	564.04

D'où résulte pour la *pression atmosphérique moyenne* :

	Genève	G. Saint-Bernard
Année météorologique 1896-97	727.05	564.68
Année civile 1897	727.47	565.06

Quant aux *écarts* pour les *pressions moyennes mensuelles*, ils n'ont pas la même allure dans les deux stations : A *Genève*, nous trouvons cinq écarts positifs, contre sept négatifs, mais les premiers l'emportent sur les deuxièmes par leur importance. Au *Grand Saint-Bernard*, nous trouvons, inversément, sept écarts positifs, contre cinq négatifs. Il y a discordance entre les deux stations pour les mois de mars, juillet, août et septembre, pour lesquels les écarts ont des signes contraires. La discordance maximum a lieu au mois de mars ; elle est de — 1mm74.

L'écart négatif le plus fort correspond, pour les deux stations, au mois de janvier et l'écart positif le plus fort au mois de novembre, pour les deux stations également.

2° *Ecarts diurnes. — Anomalies.*

Les *tableaux XVI et XVII* renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité de la pression

atmosphérique dans les deux stations. Ils donnent des indications sur les écarts entre la valeur moyenne du baromètre pour chaque jour et la valeur normale, puis sur les écarts entre deux jours consécutifs. Pour les deux catégories d'écarts, ils fournissent les valeurs moyennes et les valeurs extrêmes.

3° *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

Les *tableaux XVIII et XIX* donnent les maxima et les minima absolus pour les douze mois et pour l'année météorologique aux deux stations.

A *Genève*, les extrêmes moyens et absolus ont, d'après les publications antérieures, les valeurs suivantes :

minimum extrême moyen : 705^{mm} 05
» » absolu : 700^{mm} 16 (26 XII, 1856).
maximum extrême moyen : 741^{mm} 03
» » absolu : 748^{mm} 71 (17, I, 1882).

Le maximum absolu de l'année 1897 est donc de peu supérieur au maximum extrême moyen. Le minimum absolu est sensiblement plus bas que le minimum extrême moyen et supérieur de 1^{mm}34 seulement au minimum absolu. Durant les 62 années, de 1836 à 1897, il y a eu, du reste, six minima absolus inférieurs à celui de l'année 1897.

Au *Grand Saint-Bernard*, le baromètre est descendu très bas le 23 janvier et monté très haut le 22 novembre, dates communes des extrêmes absolus aux deux stations; l'amplitude annuelle absolue y diffère peu de l'amplitude à Genève, de 2^{mm} 54 seulement.

XVI. GENÈVE, 1897. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1896	17	14	6	± 6,37	-21,35 le 6	+ 9,79 le 27	± 4,24	-11,68 le 14	+11,80 le 8
Janv. 1897	26	5	1	7,17	-23,65 le 23	+ 8,56 le 1	3,05	-13,25 le 22	+ 9,75 le 25
Février	7	21	1	7,66	- 8,28 le 1	+14,64 le 24	2,25	- 5,03 le 28	+ 9,35 le 8
Mars	17	14	5	4,94	- 9,18 le 29	+ 7,34 le 21	2,84	- 8,49 le 13	+ 6,63 le 8
Avril	14	16	7	4,48	-13,52 le 1	+ 9,22 le 16	3,55	- 7,02 le 4	+11,36 le 5
Mai	19	12	7	3,99	-10,95 le 27	+ 5,91 le 14	2,28	- 5,23 le 16	+ 6,23 le 29
Juin*	12	17	8	1,97	- 2,66 le 4	+ 6,84 le 11	1,39	- 2,93 le 16	+ 5,70 le 10
Juillet	17	14	10	2,27	- 6,37 le 20	+ 4,00 le 23	2,05	- 4,77 le 31	+ 4,89 les 16 et 22
Août	20	11	11	1,52	- 4,35 le 1	+ 1,97 les 12 et 13	1,33	- 4,01 le 15	+ 3,20 le 17
Septembre	11	19	9	3,20	- 7,25 le 19	+ 7,88 le 5	2,22	- 5,07 le 6	+ 4,62 le 5
Octobre	8	23	5	4,43	- 4,47 le 1	+10,75 le 27	1,86	- 4,45 le 5	+ 5,91 le 17
Novembre	3	27	4	7,40	-10,10 le 29	+15,31 le 22	2,96	- 9,65 le 29	+10,23 le 30
Année	171	193	74	± 4,60	-23,65 le 23 janvier 1897.	+15,31 le 22 nov. 1897.	± 2,50	-13,25 le 22 janvier 1897.	+11,80 le 8 déc. 1896.

* L'écart a été nul le 6 juin.

XVII. SAINT-BERNARD, 1897. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. . 1896	18	13	4	± 4,96	-13,97 le 6	+ 7,83 le 31	± 2,91	- 8,43 le 14	+ 7,53 le 8
Janvier 1897	23	8	1	5,89	-22,13 le 23	+ 6,79 le 1	2,22	-11,99 le 22	+ 8,14 le 25
Février . . .	6	22	3	7,24	- 5,60 le 1	+14,77 le 25	1,93	- 4,49 le 28	+ 5,79 le 1
Mars	12	19	5	4,75	- 7,87 le 13	+ 8,95 le 22	2,42	- 9,53 le 13	+ 4,58 le 8
Avril	14	16	7	3,92	- 9,69 le 2	+ 7,99 le 29	2,60	- 4,41 le 1	+ 6,37 le 5
Mai	22	9	6	3,03	- 9,67 le 27	+ 3,55 le 30	1,95	- 5,57 le 1	+ 8,57 le 29
Juin	6	24	6	2,81	- 2,94 le 19	+ 6,19 le 13	1,25	- 2,65 le 16	+ 3,51 le 11
Juillet	13	18	9	1,87	- 3,54 le 20	+ 3,76 le 24	1,45	- 4,35 le 13	+ 2,85 le 22
Août	15	16	7	1,63	- 5,13 le 23	+ 2,60 le 11	1,33	- 3,84 le 19	+ 3,40 le 17
Septembre .	15	15	6	3,43	-10,00 le 19	+ 8,48 le 25	2,01	- 4,43 les 7 et 19	+ 5,21 le 24
Octobre. . .	9	22	6	4,09	- 6,41 le 6	+ 9,77 le 27	1,66	- 5,22 le 21	+ 4,03 le 17
Novembre. .	2	28	1	7,15	-11,19 le 29	+13,30 le 22	2,38	-11,95 le 29	+ 7,23 le 30
Année. . . .	155	210	61	± 4,20	-22,13 le 23 janvier 1897.	+14,77 le 25 février 1897.	± 2,01	-11,99 le 22 janvier 1897.	+ 8,57 le 29 mai 1897.

XVIII. GENÈVE, 1897.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1896.	702,60	le 6	738,18	le 27	35,58
Janv. 1897.	701,50	le 23	737,04	le 1	35,54
Février ...	717,73	le 1	741,82	le 24	24,09
Mars	712,48	le 29	733,03	le 11	20,55
Avril	709,07	le 4	735,07	le 16	26,00
Mai	714,04	le 27	733,15	le 14	19,11
Juin	722,04	le 9	734,10	le 11	12,06
Juillet	719,69	le 20	733,14	le 29	13,45
Août	721,67	le 22	731,52	le 12	9,85
Septembre.	718,30	le 19	736,50	le 5	18,20
Octobre...	721,56	le 1	737,61	le 27	16,05
Novembre.	712,82	le 29	742,58	le 22	29,76
Année....	701,50	le 23 janv. 1897.	742,58	le 22 nov. 1897.	41,08

XIX. SAINT-BERNARD, 1897.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude
	mm		mm		mm
Déc. 1896..	544,68	le 6	570,30	le 30	25,62
Janv. 1897.	537,51	le 23	568,83	le 1	31,32
Février ...	552,65	le 1	575,22	le 25	22,57
Mars	549,57	le 13	569,25	le 24	19,68
Avril.....	548,75	le 2	570,95	le 29	22,20
Mai	554,90	le 27	569,90	le 29	15,00
Juin......	562,10	le 19	573,15	le 13	11,05
Juillet	564,15	le 20	573,05	le 24	8,90
Août	562,12	le 23	571,90	le 12	9,78
Septembre.	555,83	le 19	575,15	le 25	19,32
Octobre...	557,95	le 6	573,65	le 27	15,70
Novembre.	548,57	le 29	576,05	le 22	27,48
Année....	537,51	le 23 janv. 1897.	576,05	le 22 nov. 1897.	38,54

III. Humidité de l'air.

Depuis l'année 1884, la tension de la vapeur d'eau n'est plus calculée, et l'humidité de l'air n'est représentée, pour *Genève*, que par la *fraction de saturation.*

Pour les six observations diurnes, cet élément est déduit de l'observation des deux thermomètres du psychromètre. Pour les deux heures de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, on déterminait jusqu'à la fin de novembre 1896 la fraction de saturation de deux manières différentes : 1° au moyen d'un hygromètre enregistreur Richard, ancien modèle; 2° au moyen des thermomètres-psychromètres à renversement de Negretti et Zambra installés en 1883.

Comme l'indiquait la remarque insérée au bas des notes relatives aux observations météorologiques du mois de décembre 1896, tous ces appareils ont été remplacés par un hygromètre enregistreur, nouveau modèle, de M. Jules Richard, à Paris. Cet instrument a été placé dans la cage occupée précédemment par les thermomètres à renversement, lesquels ont été supprimés.

Le *tableau XX* fournit, pour les huit observations trihoraires, les données moyennes de la fraction de saturation, pour les douze mois, les saisons et l'année; puis la valeur de la *fraction de saturation moyenne* pour les mêmes périodes; enfin les minima et les maxima absolus; et lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué.

Afin de rendre l'évaluation des *cas de saturation* comparable avec celle de l'ancien système des observations bihoraires, usité jusqu'en 1883, on a calculé, comme précédemment, la *fréquence relative de la saturation* pour les mois, les saisons et l'année.

XX. GENÈVE, 1897. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	1 h. m	4h.m.	7h.m.	10h.m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10h.s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu	Fréquence relative de la saturation
Déc. 1896 .	899	905	905	877	809	837	879	894	876	530	1000, 4 fois	0.016
Janvier 1897	917	922	919	886	836	842	886	909	889	590	1000, 23 »	0.093
Février. .	898	902	888	792	698	713	814	859	820	520	980,	0.000
Mars	839	849	833	685	561	583	668	774	724	240	1000, 4 »	0.016
Avril	809	854	813	681	566	578	689	762	719	250	990,	0.000
Mai	842	852	742	585	518	540	607	735	678	280	970,	0.000
Juin	804	843	729	613	534	507	596	723	669	310	1000. 1 »	0.004
Juillet . . .	802	849	761	624	500	508	614	732	674	240	1000, 3 »	0.012
Août	848	893	825	699	594	599	711	821	749	330	1000, 2 »	0.008
Septembre .	904	918	913	775	677	691	792	883	819	370	1000, 14 »	0.051
Octobre . .	887	891	892	762	665	681	792	848	802	410	1000, 23 »	0.093
Novembre .	931	931	938	887	795	812	867	886	881	100	1000, 38 »	0.151
Hiver. . . .	905	910	904	854	784	800	861	888	863	520	1000, 27 fois	0.038
Printemps .	830	852	796	650	548	567	654	757	707	240	1000, 4 »	0.005
Été	818	862	772	646	543	538	641	759	696	240	1000, 6 »	0.008
Automne . .	907	913	914	808	712	727	817	872	834	100	1000, 75 »	0.103
Année . . .	865	884	848	739	646	657	742	818	775	100	1000, 112 fois	0.038

Le *tableau XXI* donne les *écarts* de la fraction de saturation et de la fréquence de la saturation avec les valeurs normales des « Nouvelles études sur le Climat de Genève » de E. Plantamour.

XXI. GENÈVE, 1897.

	Fraction de saturation.		Fréquence relative de la saturation.	
	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1897	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1897 mm
Décembre 1896..	865	+ 11	0,147	— 0,131
Janvier 1897....	857	+ 32	0,145	— 0,052
Février.........	819	+ 1	0,096	— 0,096
Mars...........	754	— 30	0,039	— 0,023
Avril...........	697	+ 22	0,016	— 0,016
Mai............	704	— 26	0,016	— 0,016
Juin............	698	— 29	0,010	— 0,006
Juillet..........	679	— 5	0,006	+ 0,006
Août...........	710	+ 39	0,009	— 0,001
Septembre......	770	+ 49	0,025	+ 0,026
Octobre.........	831	— 29	0,083	+ 0,010
Novembre.......	833	+ 48	0,067	+ 0,084
Année..........	768	+ 7	0,055	— 0,017

L'*année météorologique* 1897 a été plutôt humide ; la fraction de saturation dépasse de 0,7 °/₀ la valeur normale. Sept mois présentent des écarts positifs et le mois de septembre, avec un écart de 4,9 °/₀, est proportionnellement le plus humide. Sur les cinq mois avec des écarts négatifs, mai est le plus sec, avec un écart de 3,0 °/₀.

Le mois de novembre 1897 a été plutôt humide, et c'est cependant, le 28 de ce mois, qu'à été atteint le minimum absolu de l'année pour la fraction de saturation : 10 °/₀. Ce minimum, survenant pendant un coup de fœhn intense, après une longue période de sécheresse

et de brouillards, représente le *minimum absolu* de la fraction de saturation depuis le début des observations psychrométriques à Genève, en 1849.

L'*année civile* 1897 a été un peu moins humide que l'année météorologique, le mois de décembre 1897 ayant été plus sec que le mois correspondant de 1896, avec une fraction de 854 au lieu de 876. La fraction de saturation de l'*année civile* est de 773, présentant un écart de 0,5 °/₀ seulement sur la valeur moyenne normale.

En ce qui concerne la fréquence de la saturation, l'année 1897 donne, comme 1896, un nombre faible de cas de saturation. Quatre mois seulement présentent un écart positif, et novembre l'écart positif maximum. En revanche, décembre 1896 accuse un petit nombre de cas de saturation et un fort écart négatif.

IV. Vents.

Genève. — L'observation des vents se fait de deux manières différentes : 1° six fois par jour, à l'ancienne girouette, en estimant la force du vent par les chiffres de 0 à 6 de la demi-échelle de Beaufort; 2° au moyen de l'anémographe de MM. Richard frères, enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent. Cet anémographe a été réparé peu avant le commencement de l'année météorologique, le 17 novembre 1896.

Le *tableau XXII* donne les résultats généraux du premier système d'observations. Il fournit, pour les différents mois et pour l'année, le nombre de calmes plats et le nombre de fois où le vent a été observé, avec la force 1 ou avec une force supérieure, dans chacune des seize directions de la rose des vents.

Le *tableau XXIII* contient les résultats que l'on peut

XXII. Vents observés à Genève dans l'année 1897.

	Décemb. 1896.	Janvier 1897.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme..	123	101	90	63	53	56	60	44	61	82	89	99	921
N......	3	8	22	21	34	39	54	41	35	20	18	14	309
NNE...	14	20	20	3	35	86	28	60	24	28	134	29	481
NE....	2	7	2	2	1	2	0	0	3	1	3	10	33
ENE...	1	3	0	0	3	7	0	2	4	0	2	13	35
E......	3	2	1	1	0	1	2	0	2	2	1	4	19
ESE...	0	1	1	1	2	0	1	1	2	3	0	2	14
SE.....	1	3	0	0	0	1	0	1	2	1	3	2	14
SSE....	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	4
S......	0	1	1	6	3	0	0	2	10	3	1	0	27
SSW...	54	25	38	79	81	23	28	36	51	43	7	7	472
SW....	4	11	2	10	3	2	3	2	4	4	3	3	51
WSW..	1	5	4	19	11	7	5	2	7	8	1	4	74
W......	2	2	0	3	1	3	0	2	1	0	1	1	16
WNW..	0	0	0	1	0	2	2	2	1	2	0	1	11
NW....	1	1	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	10
NNW..	3	1	1	6	2	8	6	14	3	4	7	0	55

XXIII.

ÉPOQUE	RAPPORT Vents NE. à SW.	RÉSULTANTE Direction.	RÉSULTANTE Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1896...	0,33	S 27°,4 W	19,7	66,1
Janvier 1897.....	0,95	S 54,7 W	2,8	54,3
Février	1,07	N 61,2 W	8,5	53,6
Mars............	0,27	S 43,5 W	45,3	33,9
Avril	0,80	S 60,5 W	16,8	29,4
Mai.............	5,08	N 10,0 E	56,6	30,1
Juin............	2,65	N 8,1 W	31,4	33,3
Juillet	2,52	N 0,2 E	38,3	23,7
Août............	0,95	S 85,9 W	6,3	32,8
Septembre.......	0,98	N 87,6 W	7,3	45,6
Octobre	14,09	N 19,4 E	79,3	47,8
Novembre.......	5,30	N 33,4 E	27,2	55,0
Année..........	1,50	N 10,4 W	14,2	42,1

déduire du précédent au point de vue de la résultante finale des vents à Genève.

Le *tableau XXIV* donne le relevé des jours de forte bise (NNE) et de fort vent du midi (SSW). Le premier nombre est absolument égal au nombre normal de Plantamour. Il n'y a pas eu, du reste, de *très* violente bise en 1897. Au mois d'octobre seulement, une bise violente correspondant au chiffre 5 de la demi-échelle de Beaufort a soufflé une fois. Le refroidissement, amené par cette bise, a déterminé, le 9 octobre, la première gelée blanche de l'automne.

Le nombre de jours de fort vent du midi est supérieur de 21 au nombre normal de Plantamour : 44 jours.

XXIV.

	Nombre de jours de	
	forte bise	fort vent du midi
Décembre 1896 ...	2	4
Janvier 1897......	1	1
Février...........	2	6
Mars	—	13
Avril	6	10
Mai..............	10	4
Juin.............	2	2
Juillet	5	7
Août.............	2	7
Septembre........	3	9
Octobre..........	8	1
Novembre........	1	1
Hiver............	5	11
Printemps........	16	27
Été.............	9	16
Automne.........	12	11
Année...........	42	65

Le petit tableau suivant donne les résultats du deuxième système d'observations du vent, au moyen de l'anémo-

graphe Richard. Il indique, pour les différents mois de l'année, la ***vitesse moyenne du vent***, exprimée en *kilomètres par heure*, sans faire de distinction suivant la direction du vent :

	Klm. p. h.		Klm. p. h.
Décembre 1896.	5.21	Juin..........	6.38
Janvier 1897...	4.74	Juillet........	7.64
Février........	5.92	Août..........	5.83
Mars..........	7.78	Septembre.....	6.01
Avril	9.01	Octobre.......	9.58
Mai...........	8.18	Novembre.....	5.14

Ces chiffres ne sont pas comparables à ceux de l'année précédente, la réparation de l'anémographe, le 17 novembre 1896, ayant dû forcément modifier les constantes instrumentales. Il ressort en effet de la comparaison, que les vitesses enregistrées sont très sensiblement supérieures en 1897 à ce qu'elles étaient en 1896, et cette augmentation est certainement, en grande partie, attribuable au nouveau moulinet et au nouveau compteur de l'anémographe.

Il résulte d'ailleurs de ce tableau que le mois le plus calme a été celui de janvier et le plus venteux, celui d'octobre.

Si l'on recherche encore, comme précédemment, le nombre de jours pour lesquels la vitesse du vent a dépassé, en moyenne, 25 kilomètres à l'heure, on en trouve cinq : 1 en mai (le 15 avec 34,0 km.) et 4 en octobre (les 5, 6 et 7, où la vitesse a été évaluée à 50, 36 et 25 km., et le 21, où elle a été déterminée à 40,6 km).

Grand Saint-Bernard. — La direction du vent est observée à la girouette et la force du vent estimée suivant la demi-échelle de Beaufort. Ces observations se font six fois par jour. Vu la situation de l'Hospice sur le col, on

n'y observe que deux vents: ceux du NE. et du SW.; le calme ne s'observe pas. Le *tableau XXV* fournit les résultats moyens de ces observations, avec les conclusions que l'on en peut tirer pour la résultante des vents.

XXV. Vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1897

ÉPOQUE.	VENTS. NE.	SW.	Rapport.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1896.	98	122	0,80	S 45° W	12,9	0,0
Janv. 1897.	91	138	0,66	S 45 W	25,3	0,0
Février...	147	47	3,13	N 45 E	59,5	0,0
Mars.....	151	71	2,13	N 45 E	43,0	0,0
Avril.....	132	68	1,94	N 45 E	35,6	0,0
Mai......	172	24	7,17	N 45 E	79,6	0,0
Juin......	137	55	2,49	N 45 E	45,6	0,0
Juillet....	134	72	1,86	N 45 E	33,3	0,0
Août.....	86	102	0,84	S 45 W	8,6	0,0
Septembre.	117	75	1,56	N 45 E	23,3	0,0
Octobre ..	87	109	0,80	S 45 W	11,8	0,0
Novembre.	108	94	1,15	N 45 E	7,8	0,0
Année....	1460	977	1,49	N 45° E	22,1	0,0

V. Pluie et neige.

Le *tableau XXVI* fournit, comme dans les résumés antérieurs, pour *Genève*, les données relatives à la pluie, et pour le *Grand St-Bernard*, les données relatives à la pluie et à la neige.

Il convient donc d'y ajouter les indications suivantes relatives à la neige à Genève : on a récolté, à l'Observatoire de Genève, durant les mois d'hiver, les *hauteurs de neige fraîche* suivantes :

cm.				
15.7	en décembre	1896	en	5 jours.
33.8	» janvier	1897	»	8 »
3.5	» février	»	»	1 »
2.5	» mars	»	»	1 »
55.5	dans l'année	1896-97	en	15 jours

XXVI. *Pluie ou neige dans l'année 1897.*

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	GENÈVE. Eau tombée. mm	GENÈVE. Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	SAINT-BERNARD. Eau tombée. mm	SAINT-BERNARD. Hauteur de la neige. m
Décemb. 1896.	23	113,1	114	12	130,0	1,41
Janvier 1897..	14	29,4	98	9	(89,8)	(1,11)
Février......	12	66,7	66	9	158,4	1,84
Mars........	16	97,0	70	8	98,3	1,03
Avril........	14	73,7	56	10	105,5	1,22
Mai.........	9	22,7	21	5	57,0	0,46
Juin.........	16	45,4	37	6	134,0	0,36
Juillet.	11	43,8	21	7	117,1	0,00
Août	20	159,4	83	10	182,7	0,00
Septembre....	17	122,6	88	7	222,0	0,58
Octobre......	2	0,5	1	3	33,0	0,03
Novembre	5	14,8	7	0	0,0	0,00
Hiver........	49	209,2	278	30	378,2	4,36
Printemps....	39	193,4	147	23	260,8	2,71
Été..........	47	248,6	141	23	433,8	0,36
Automne.	24	137,9	96	10	255,0	0,61
Année	159	789,1	662	86	1327,8	8,04

Le *tableau XXVII* donne les écarts entre les valeurs normales et les chiffres obtenus, en 1897, pour le nombre de jours de pluie et la hauteur d'eau tombée.

Le mois le plus pluvieux, à *Genève*, est le mois d'août, avec un excédant de 10 jours et de 79 mm.; c'est, en chiffres ronds, pour les deux critères, le double de la normale. Décembre a été aussi très humide, avec des chiffres dépassant de beaucoup les valeurs normales. Au *Grand St-Bernard,* septembre est le mois le plus humide.

Octobre est le mois le plus sec dans les deux stations. A Genève, ce mois est le mois d'*octobre le plus sec* depuis l'année 1826. Et il succède immédiatement au mois d'octobre 1896 qui, avec 288,8 mm., était le mois

d'*octobre le plus humide* de toute la série 1826-1896. Les années se suivent donc sans se ressembler ; une remarque que l'on n'a que trop souvent l'occasion de faire en climatologie, et surtout à propos des précipitations atmosphériques.

XXVII *Écarts*

ÉPOQUE	GENÈVE Jours de pluie.	GENÈVE Eau tombée. mm	GRAND ST.-BERNARD Jours de pluie.	GRAND ST.-BERNARD Eau tombée. mm
Décembre 1896	+ 14	+ 62,1	+ 4	+ 56,9
Janvier 1897..	+ 4	— 19,4	— 2	— 39,3
Février.......	+ 4	+ 30,2	0	+ 64,8
Mars.........	+ 6	+ 49,7	— 3	+ 1,4
Avril.........	+ 4	+ 16,9	— 1	— 14,6
Mai..........	— 3	— 56,4	— 6	— 63,0
Juin..........	+ 5	— 30,6	— 4	+ 32,6
Juillet........	+ 2	— 27,0	— 2	+ 42,0
Août.........	+ 10	+ 79,0	+ 1	+ 96,9
Septembre....	+ 7	+ 28,4	— 2	+ 106,0
Octobre.......	— 10	— 100,5	— 7	— 109,3
Novembre.....	— 6	— 59,2	— 10	— 98,6
Hiver.........	+ 22	+ 72,9	+ 2	+ 82,4
Printemps.....	+ 7	+ 10,2	— 10	— 76,2
Été...........	+ 17	+ 21,4	— 5	+ 171,5
Automne......	— 9	— 131,3	— 19	— 101,9
Année........	+ 37	— 26,8	— 32	+ 75,8

Les saisons se présentent de la façon suivante : A *Genève* l'hiver, le printemps et l'été sont trop humides, l'automne est trop sec et c'est lui qui donne son caractère à l'année entière pour la hauteur d'eau de pluie. Au *Grand St-Bernard*, le printemps et l'automne sont trop secs, mais l'hiver et l'été, sensiblement plus humides, l'emportent sur eux et déterminent l'excès d'eau tombée pour l'année entière.

Il en résulte que l'*année météorologique* 1897 a des caractères opposés aux deux stations, et cette opposition se manifeste encore davantage si l'on tient compte du critère du nombre de jours de pluie. A *Genève*, ce nombre est de 37 supérieur à la normale et la hauteur de pluie est de 27 mm. inférieure à la normale. L'année a donc été plutôt sèche, mais il a plu beaucoup plus souvent que dans une année moyenne. Au *Grand St-Bernard*, c'est le contraire qui a lieu : l'année est humide, avec 76 mm. de plus que la moyenne, mais il y a un déficit de 32 jours sur le nombre moyen de jours de pluie.

L'*année civile* 1897 présente les mêmes caractères que l'année météorologique, en un peu plus accusé comme sécheresse pour Genève. Cela résulte de l'examen des chiffres suivants :

	Genève.			*Grand St-Bernard.*		
	Jours	Eau tombée mm.	Heures	Jours	Eau tombée mm.	Neige m.
Décembre 1896	23	113.1	114	12	130.0	1.41
» 1897	8	57.2	60	7	112.4	1.71
Année météorologique 1897	159	789.1	662	86	1327.8	8.04
» civile »	144	733.2	608	81	1310.2	8.34
Ecarts (année civile)	+ 22	— 82.7	—	— 37	+ 58.2	—

La *statistique de la pluie* a été, comme d'ordinaire, poussée plus loin pour les observations de *Genève* :

Le *tableau XXVIII* donne, pour chaque mois, la plus longue période de sécheresse, ou le nombre maximum de jours consécutifs sans pluie, et la plus longue période pluvieuse, ou le nombre maximum de jours consécutifs où la pluie a été récoltée. Les plus longues séries de pluie correspondent aux mois les plus humides : décembre (1 à 9 et 12 à 21) et septembre (10 à 19).

XXVIII

Époque.	Périodes de sécheresse	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm,0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures Maximum.	Pluie dans 24 heures Chute dépassant 30 mm.
					mm	
Décemb. 1896 .	2 jours (10-11; 26-27)	10 jours (12-21)	7	4	23,3 le 6	0
Janvier 1897 .	10 » (30 déc.-8 janv.)	7 » (21-27)	3	0	5,5 le 23	0
Février......	7 » (22-28)	5 » (11-15)	4	1	18,2 le 2	0
Mars........	8 » (21-28)	5 » (1-5; 16-20)	5	4	30,0 le 12	1
Avril........	5 » (21-25)	5 » (31 mars-4 avril)	4	3	17,4 le 1	0
Mai.........	11 » (10-20)	4 » (21-24)	3	0	5,5 le 1	0
Juin........	4 » (11-14; 22-25)	4 » (18-21)	9	7	12,6 le 20	0
Juillet.......	10 » (2-11)	5 » (18-22)	3	1	21,1 le 15	0
Août........	3 » (30 juill.-1 août)	7 » (25-31)	7	3	35,6 le 22	2
Septembre....	6 » (24-29)	10 » (10-19)	5	3	36,5 le 3	2
Octobre......	15 » (1-15)	1 » (16; 28)	2	1	0,4 le 16	0
Novembre....	12 » (13-24)	3 » (29 nov.-1 déc.)	2	2	12,2 le 29	0
Année.......	15 jours (1-15 octobre 1897)	10 jours (12-21 déc. 1896; 10-19 sept. 1897)	54	29	36,5 le 3 sept. 1897.	5

La plus longue série de séchesse effective est celle du 1er au 15 octobre; mais la période de *sécheresse* a été de beaucoup plus longue durée en automne. Si l'on fait abstraction des 0,2 mm. du 30 septembre, qui proviennent de la bruine d'un brouillard enveloppant, des 0,4 mm. du 16 octobre, puis des bruines insensibles du 28 octobre, du 4 et du 12 novembre, on trouve une longue série, s'étendant du 24 septembre au 24 novembre, de 62 jours sans pluie véritable.

J'ai déjà relevé le fait que octobre 1897 a été le mois d'octobre le plus sec depuis 1826. Novembre 1897 n'est pas le plus sec de la série, novembre 1867 n'accusant que 5,9 mm.; mais si l'on ajoute octobre et novembre de l'année qui nous occupe ici, on trouve que les 15,3 mm. recueillis durant les 61 jours de ces deux mois constituent un *minimum absolu* pour cette période qui est, en général, plutôt pluvieuse à Genève.

Le même tableau XXVIII indique le nombre de jours où la hauteur de pluie mesurée a été inférieure à 1 mm. ou à $^1/_4$ de millimètre. Ces nombres sont assez élevés pour 1897 : 54 et 29; ils ont une assez grande importance pour la comparaison avec le nombre des jours de pluie des premières années de la série et pour la comparaison avec des séries d'autres stations, certains météorologistes ne comptant comme *jours de pluie caractérisés* que ceux où il tombe 1 mm. ou davantage.

Enfin le tableau XXVIII donne le maximum de pluie récolté chaque mois et le nombre de jours où la hauteur d'eau tombée a atteint ou dépassé 30 millimètres. En 1897, il y a eu cinq jours où l'on a enregistré des chutes d'eau de cette importance. Ce sont :

le 12 mai avec	30.0 millimètres
» 19 août »	32.6 »
» 22 » »	35.6 »
» 3 septembre avec	36.5 »
» 19 » »	31.1 »

Comme complément à ces indications, il sera intéressant de noter ici le relevé des plus violentes averses enregistrées durant un court espace de temps au pluviographe de M. Usteri-Reinacher :

Date	mm.	min.	mm. par minute	Date	mm.	min.	mm. par min.
6 février	2,0	10	0,20	27 juin	3,0	7	0,43
1er avril	2,6	10	0,26	20 juillet	4,0	4	1,00
26 »	2,8	9	0,31	28 août	2,2	3	0,73
9 juin	2,0	3	0,67	2 septembre	3,5	5	0,70

Le *tableau XXIX* a pour but de permettre la comparaison des différents mois entre eux et des quatre saisons

XXIX GENÈVE

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1896	0,153	4,96	0mm,99
Janvier 1897.......	0,132	7,00	0,30
Février	0,098	5,50	1,01
Mars.............	0,094	4,38	1,39
Avril.............	0,078	4,00	1,32
Mai..............	0,028	2,33	1,08
Juin..............	0,051	2,31	1,23
Juillet............	0,028	1,91	2,09
Août.............	0,112	4,15	1,92
Septembre	0,122	5,18	1,39
Octobre...........	0,001	0,50	0,50
Novembre.........	0,010	1,40	2,11
Hiver.............	0,129	5,67	0,75
Printemps.........	0,067	3,77	1,32
Été	0,064	3,00	1,76
Automne..........	0,044	4,00	1,44
Année............	0,076	4,16	1,19

entre elles, au point de vue des précipitations atmosphériques. Il est, à cet effet, calculé de façon à éliminer les inégales durées des mois ou des saisons. On y trouve 1° la *durée relative de la pluie,* ou la fraction obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures de la période; 2° le *nombre moyen d'heures de pluie* par jour de pluie, obtenu en divisant, pour chaque période, le nombre d'heures de pluie par le nombre de jours de pluie; 3° l'*eau tombée dans une heure,* obtenue en divisant la hauteur d'eau tombée durant la période, par le nombre d'heures de pluie de la période; ce dernier chiffre représente donc l'*intensité* moyenne de la précipitation.

Le *tableau XXX* contient le relevé des observations pluviométriques faites dans les *huit* stations du canton de Genève, par le personnel de l'Observatoire, par l'auteur de ce « résumé » et par six zélés observateurs que nous remercions vivement pour leur concours. Dans les sept stations exclusivement pluviométriques, la pluie est enregistrée d'après les « Instructions » du Bureau météorologique central de Zurich, c'est-à-dire qu'elle est recueillie à 7 heures du matin (heure de Berne) et compte pour le jour précédent. A l'Observatoire, suivant l'ancien usage, la hauteur de pluie est comptée de minuit à minuit pour chaque jour. Il peut donc se présenter, entre les chiffres de l'Observatoire et ceux des autres stations, des divergences assez sensibles pour quelques mois, lorsqu'il pleut abondamment dans la nuit du dernier jour du mois au premier jour du mois suivant.

Il manque malheureusement la hauteur d'eau recueillie au mois de février à Athenaz. Quant à la station de Com-

XXX. STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DU CANTON DE GENÈVE

Observateurs MM. :	Sécheron Ph. Plantamour	Céligny Ch. Pesson	Cologny R. Gautier	Jussy M. Micheli	Observatoire	Compesières Pellegrin	Athenaz J.-J. Decor	Satigny P. Pelletier
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1896	118.0	93.1	99.5	86.5	113.1	137.5	130.5	129.5
Janvier 1897	38.0	25.4	33.5	44.0	29.4	24.5	27.0	32.0
Février	70.0	106.0	56.1	41.0	66.7	49.5	.....*	110.0
Mars	110.0	115.9	95.0	86.0	97.0	99.5	122.7	123.5
Avril	85.0	115.2	77.2	62.0	73.7	84.0	95.0	119.0
Mai	14.5	20.3	24.7	40.0	22.7	51.0	22.5	20.0
Juin	57.5	79.2	49.3	94.5	45 4	39.0	35.2	75.2
Juillet	55.0	65.8	44.2	55.5	43.8	39.0	57.3	58.5
Août	189.5	156.2	168.7	190.5	159.4	160.0	155.7	180.5
Septembre	127.0	167.5	120.7	155.5	122.6	137.0	144.0	146.0
Octobre	0.0	0.0	2.0	0.0	0.5	0.2	1.5	0.0
Novembre	19.5	17.7	16.6	11.0	14.8	10.5	20.0	19.0
Année	884.0	962.3	787.5	866.5	789.1	831.7	—	1013.2

* La feuille contenant les observations pluviométriques a été égarée par l'observateur.

pesières, les totaux des mois de mars à août ont dû être corrigés sur les chiffres publiés dans les feuilles d'observations mensuelles, parce que l'eau de pluie était mesurée dans une éprouvette dont la graduation ne correspondait pas à la grandeur du modèle de pluviomètre de la station. (Voir la note aux observations de septembre 1897, *Archives*, 1897, t. 4, p. 394.)

Le *tableau XXXI* fournit le nombre des *jours d'orage* ou *jours de tonnerre* à Genève et le nombre de jours où des *éclairs* ont été vus à l'horizon, sans que le tonnerre fût entendu (éclairs de chaleur). Le nombre de jours de tonnerre en 1897 est absolument égal au nombre moyen, 25 jours, déduit des trente années de 1846 à 1875.

XXXI

ÉPOQUE.	GENÈVE	
	Jours de tonnerre.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1896	0	0
Janvier 1897	0	0
Février	0	0
Mars	1	1
Avril	2	1
Mai	3	0
Juin	9	4
Juillet	4	5
Août	4	4
Septembre	2	1
Octobre	0	0
Novembre	0	0
Année	25	16

A noter qu'il n'y a eu, en 1897, à l'Observatoire de Genève, qu'une seule chute de *grêle*, le 2 septembre. Cette chute a duré 2 minutes seulement ; les grêlons, de forme irrégulière, étaient en moyenne de la grosseur d'une noisette ; ils n'ont pas causé de dégâts. Cette chute a été suivie d'une violente averse de pluie.

VI. NÉBULOSITÉ.

La nébulosité s'exprime par une fraction décimale comprise entre zéro et un. *Zéro* (0.0) correspond à un ciel entièrement clair. *Un* (1.0) correspond à un ciel entièrement couvert. La mesure de la nébulosité par estimation se fait à Genève et au Grand St-Bernard aux six observations diurnes, de 7 heures du matin à 10 heures du soir. La moyenne des six observations donne la moyenne diurne de la nébulosité, exprimée en centièmes.

Dans le *tableau XXXII.* la nébulosité ou l'*état du ciel* aux deux stations est indiqué, pour les mois, les saisons et l'année, de deux manières différentes : 1° par le nombre

XXXII *État du ciel.*

ÉPOQUE.	GENÈVE. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	SAINT-BERNARD. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne
Déc. 1896 .	0	1	2	28	0,93	7	4	9	11	0,58
Janv. 1897.	0	2	3	26	0,90	6	5	4	16	0,63
Février ...	4	1	4	19	0,76	8	4	5	11	0,57
Mars	2	7	6	16	0,72	7	7	8	9	0,55
Avril	0	3	7	20	0,82	5	5	2	18	0,68
Mai.......	4	7	7	13	0,60	7	5	11	8	0,54
Juin......	9	3	10	8	0,52	10	5	8	7	0,48
Juillet	8	6	7	10	0,55	9	6	9	7	0,51
Août......	5	6	6	14	0,62	8	8	6	9	0,52
Septembre.	6	1	7	16	0,69	9	3	4	14	0,58
Octobre ...	3	8	6	14	0,68	15	5	3	8	0,40
Novembre .	1	3	2	24	0,86	23	4	1	2	0,19
Hiver.....	4	4	9	73	0,87	21	13	18	38	0,60
Printemps .	6	17	20	49	0,71	19	17	21	35	0,59
Été.......	22	15	23	32	0,57	27	19	23	23	0,50
Automne ..	10	12	15	54	0,74	47	12	8	24	0,39
Année	42	48	67	208	0,72	114	61	70	120	0,52

de jours clairs, peu nuageux, très nuageux et couverts, ces désignations correspondant aux valeurs moyennes de la nébulosité comprises entre 0,00 et 0,25, 0,25 et 0,50 0,50 et 0,75, 0,75 et 1,00; 2° par la valeur moyenne de la nébulosité.

A *Genève*, l'*année météorologique* 1897 peut être caractérisée, à ces deux points de vue, comme *très nébuleuse*, plus encore que l'année 1896 de triste mémoire. En effet, on trouve à Genève, en moyenne, 67 jours clairs, 62 jours peu nuageux, 71 jours très nuageux, et 165 jours couverts. D'après les chiffres du tableau, on trouve, pour 1897, un déficit de 25 jours clairs, de 14 jours peu nuageux et de 4 jours très nuageux et un excédant de 43 jours couverts.

La nébulosité moyenne de l'année à Genève est de 0,62. Celle de 1897 est de 0,72, soit un excédant de 10 %. C'est autant qu'en 1853 et 1 % de plus qu'en 1896. Nous avons donc traversé une année présentant le maximum de nébulosité constaté à Genève; et il est intéressant de suivre, dans le tableau suivant, les écarts de la nébulosité à Genève pour les différents mois et les quatre saisons, d'après les moyennes de E. Plantamour :

Écarts de la nébulosité.

Décembre 1896.	+ 0,10	Juin	— 0,02
Janvier 1897	+ 0,11	Juillet	+ 0,11
Février	+ 0,09	Août	+ 0,15
Mars	+ 0,11	Septembre	+ 0,20
Avril	+ 0,24	Octobre	— 0,01
Mai	+ 0,02	Novembre	+ 0,07
Hiver	+ 0,11	Été	+ 0,09
Printemps	+ 0,12	Automne	+ 0,08
Année	+ 0,10		

Les seuls mois de juin et d'octobre présentent de faibles écarts négatifs; tous les autres mois et les quatre saisons, de fort écarts positifs. L'écart maximum positif tombe en avril qui a été trop nébuleux de 24 °/₀. Vient après, le mois de septembre, généralement beau dans nos régions, qui donne un excès de 20 °/₀ de nébulosité sur la valeur moyenne.

Au *Grand St-Bernard*, la nébulosité moyenne est de 20 °/₀ inférieure à celle de Genève, comme en 1896, et de 6 °/₀ inférieure à la normale.

L'*année civile* 1897 présente les mêmes caractères de nébulosité que l'année météorologique. A *Genève*, décembre 1897 a une nébulosité moyenne de 0,92 au lieu de 0,93 en décembre 1896. Cela ne change donc rien au chiffre de la nébulosité moyenne annuelle. Au *Grand St-Bernard*, le mois de décembre 1897 a une nébulosité faible, 0,37 au lieu de 0,58 en décembre 1896. Cela abaisse encore de 2 °/₀ environ la nébulosité moyenne de l'année civile, qui tombe à 0,50, avec un déficit de 8°/₀ par rapport à la normale,

Le *tableau XXXIII* donne, pour *Genève*, le nombre de jours de *brouillard* observés. D'après Plantamour, on peut s'attendre à 33 jours de brouillard, dont un tiers, environ, pour lesquels le brouillard règne avec intensité toute la journée. Comme on pouvait le prévoir, d'après les chiffres de la nébulosité, l'année 1897 doit présenter également un excédant de jours de brouillard. Cet excédant est fort : on trouve en effet 61 jours de brouillard, au lieu de 33, presque le double, et 24 jours de brouillard continu, au lieu de 11, plus du double.

XXXIII GENÈVE

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1896 ...	0	10	10
Janvier 1897......	7	11	18
Février	0	4	4
Mars............	0	0	0
Avril	0	0	0
Mai	0	1	1
Juin.............	0	0	0
Juillet...........	0	1	1
Août.............	0	0	0
Septembre	0	3	3
Octobre..........	4	6	10
Novembre........	13	1	14
Année	24	37	61

VII. Durée d'insolation.

La feuille d'observations météorologiques de décembre 1896 annonçait l'installation d'un appareil enregistreur de l'*insolation* à l'Observatoire de *Genève*. Cet appareil est construit sur le modèle des « Sunshine Recorder » de Campbell et Stokes et sort des ateliers de M. Usteri-Reinacher à Zurich. Je n'ai pas besoin d'en faire la description détaillée ici, car elle a été donnée aux lecteurs des *Archives*, dans une note intéressante de M. Billwiller intitulée « Nébulosité moyenne et durée d'insolation [1] ».

Cet instrument a été placé sur le toit de l'Observatoire, à une hauteur de 2,90 m. au-dessus du niveau de celui-ci, afin d'être soustrait à l'ombre portée par les coupoles. L'horizon est presque entièrement découvert pour lui ; l'insolation n'est gênée un peu, qu'au NW., par des maisons de la promenade de St-Antoine et par

[1] *Archives*, 1889, t. 21, p. 404.

les clochers de St-Pierre. Mais il est probable que ces constructions sont sans influence, l'appareil n'enregistrant pas l'insolation quand le soleil est bas sur l'horizon.

Vu le peu de place dont nous disposons dans les tableaux mensuels, nous n'y avons fait figurer que le nombre d'heures de soleil de chaque jour. Pour le résumé annuel, j'ai établi quelques tableaux de chiffres plus détaillés.

Le *tableau XXXIV* permet de suivre, heure par heure, la *marche diurne de la durée d'insolation* pour les douze mois, les quatre saisons et l'année. Il donne, dans ses deux dernières colonnes, la durée d'insolation en heures et les moyennes diurnes d'insolation pour les mêmes périodes. Il ressort de ces chiffres que le minimum absolu et relatif d'insolation tombe sur le mois de janvier et le maximum sur le mois de juin, ce qui correspond presque exactement à ce que nous avions constaté, en sens inverse, pour la nébulosité.

L'*année civile* 1897 ne présente pas de différence avec l'année météorologique, le mois de décembre 1897 ayant eu 22,2 heures d'insolation, contre 22,9 en décembre 1896. Le total d'heures d'insolation de l'année civile est donc de 1547,1.

Le *tableau XXXV* permet d'apprécier la différence de l'insolation entre le matin et l'après-midi. Comme l'appareil est réglé sur le temps solaire vrai, les périodes d'insolation *théoriques* sont égales ; les périodes *réelles* sont sensiblement différentes. Elles sont représentées dans le tableau, ainsi que la différence, soir—matin, de deux façons différentes : en *heures* et en *pour cent* du total d'heures d'insolation.

XXXIV. Marche diurne de la durée d'insolation a Genève. 1897.

	MATIN							SOIR							Durée	Moyenne
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	d'insolation	diurne
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Décembre 1896	—	—	—	—	0,7	1,6	3,5	5,5	4,2	4,3	3.0	0,1	—	—	22,9	0,74
Janvier 1897..	—	—	—	0,1	1,6	2,5	1,6	3,0	2,0	2,9	2,7	0,3	—	—	16,7	0,54
Février........	—	—	1,6	4,4	5,8	8,9	9,6	9,0	8,9	8,0	8,5	4,5	—	—	69,2	2,47
Mars..........	—	—	7,6	12,4	13,6	15,1	15,0	14,6	15,6	14,9	14,5	10,0	1,2	—	134,5	4,34
Avril	0,4	3,4	7,0	10,9	12,8	13,7	13.4	12,0	11,4	12,3	8,3	7,1	1,5	—	114,2	3,81
Mai...........	3,1	11,5	12,8	16,2	19,8	18,9	20,5	19,9	18,2	17,9	15,8	14,2	11,6	4,2	204,6	6,60
Juin	6,8	16,7	18,5	18,8	18,8	20,9	21,1	21,1	20,0	20,1	19,9	18,0	16,8	9,2	246,7	8,22
Juillet	5,2	13,9	14,7	16,6	20,7	23,1	23,1	22,2	20,5	20,8	21,6	19,4	17,7	7,7	247,2	7,97
Août..........	1,0	11,7	13,9	14,6	16,8	20,0	20,0	19,0	17,8	17,2	17,4	16,9	13,7	2,7	202,7	6,54
Septembre	—	1,6	7,2	10,7	12,1	15,1	16.4	14,9	14,6	15,0	12,6	9,7	2,4	—	132,3	4,41
Octobre	—	—	0,7	6,9	10,6	12,9	13,9	15,7	16,9	13,1	12,5	7,5	—	—	110,7	3,57
Novembre	—	—	—	0,6	3,0	4,9	6,1	7,5	8,2	9,8	5,8	0,2	—	—	46,1	1,54
Hiver.........	—	—	1,6	4,5	8,1	13,0	14,7	17,5	15,1	15,2	14,2	4,9	—	—	108,8	1,21
Printemps	3,5	14,9	27,4	39,5	46,2	47,7	48,9	46,5	45,2	45,1	38,6	31,3	14,3	4,2	453,3	4,93
Eté...........	13,0	42,3	47,1	50,0	56,3	64,0	64,2	62,3	58,3	58,1	58,9	54,3	48,2	19,6	696,6	7,57
Automne	—	1,6	7,9	18,2	25,7	32,9	36,4	38,1	39,7	37,9	30,9	17,4	2,4	—	289,1	3,18
Année.... ...	16,5	58,8	84,0	112,2	136,3	157,6	164,2	164.4	158,3	156,3	142,6	107,9	64,9	23,8	1547,8	4,24

XXXV. Durée d'insolation avant et après midi

	MATIN		SOIR		DIFFÉRENCE Soir—Matin	
	nombre d'heures	°/o	nombre d'heures	°/o	nombre d'heures	°/o
Décembre 1896	5,8	25,3	17,1	74,7	+ 11,3	+ 49,3
Janvier 1897 ..	5,8	34,7	10,9	65,3	+ 5,1	+ 30,5
Février	30,3	43,8	38,9	56,2	+ 8,6	+ 12,4
Mars	63,7	47,4	70,8	52,6	+ 7,1	+ 5,3
Avril	61,6	53,9	52,6	46,1	— 9,0	— 7,9
Mai	102,8	50,2	101,8	49,8	— 1,0	— 0,5
Juin	121,6	49,3	125,1	50,7	+ 3.5	+ 1,4
Juillet	117,3	47,5	129,9	52,5	+ 12,6	+ 5,1
Août	98,0	48,3	104,7	51,7	+ 6,7	+ 3,3
Septembre	63,1	47,7	69,2	52,3	+ 6,1	+ 4,6
Octobre	45,0	40,7	65,7	59,3	+ 20,7	+ 18,6
Novembre.....	14,6	31,7	31,5	68,3	+ 16,9	+ 36,7
Hiver	41,9	38,5	66,9	61,5	+ 25,0	+ 23,0
Printemps	228,1	50,3	225,2	49.7	— 2,9	— 0,6
Eté	336,9	48,4	359,7	51,6	+ 22,8	+ 3,2
Automne	122,7	42,4	166,4	57,6	+ 43.7	+ 15,1
Année	729,6	47,1	818,2	52,9	+ 88,6	+ 5,7

Durant les mois d'hiver et d'automne, la prédominance de l'insolation dans l'après-midi est très caractérisée. Cela provient évidemment des brumes et des brouillards qui se dissipent, lorsqu'ils se dissipent, peu avant midi ou au commencement de l'après-midi. En été, la prédominance de l'après-midi est faible. Au printemps, il y a davantage d'heures d'insolation le matin, surtout au mois d'avril qui a été assez pluvieux et très nébuleux.

Dans la note que j'ai citée plus haut, M. Billwiller a établi d'une façon très ingénieuse une relation entre la nébulosité et la durée d'insolation ; il a trouvé que la valeur de la nébulosité moyenne d'une période (mois ou année) est à très peu de chose près égale au rapport entre les

heures de non-insolation et le total des heures d'insolation théoriquement possibles.

Pour faire cette comparaison, pour 1897, à Genève j'ai établi le *tableau XXXVI*. La 1re colonne contient les, nombres d'heures d'insolation théoriques, pour la latitude de 46°, au-dessus de l'horizon mathématique; j'ai emprunté ces nombres au tableau de la p. 411 du travail de M. Billwiller. La 2me colonne contient le rapport du nombre des heures de non-insolation au nombre total d'heures d'insolation possible. Si l'on appelle t le nombre d'heures d'insolation théorique, i le nombre d'heures d'insolation réel, ce rapport est représenté par la fraction $\frac{t-i}{t}$. La 3me colonne contient les valeurs de la nébu-

XXXVI Comparaison de la durée de non-insolation a la nébulosité moyenne. Genève 1897.

	Durée théorique d'insolation t	Rapport $\frac{t-i}{t}$	Nébulosité moyenne	Différence
	h			
Décembre 1896	270	0,92	0,93	— 0,01
Janvier 1897...	282	0,94	0,90	+ 0,04
Février.......	291	0,76	0,76	0,00
Mars.........	371	0,64	0,72	— 0,08
Avril.........	408	0,72	0,82	— 0,10
Mai..........	465	0,56	0,60	— 0,04
Juin..........	471	0,48	0,52	— 0,04
Juillet........	475	0,48	0,55	— 0,07
Août.........	437	0,54	0,62	— 0,08
Septembre.....	375	0,65	0,69	— 0,04
Octobre.......	338	0,67	0,68	— 0,01
Novembre.....	284	0,84	0,86	— 0,02
Hiver	843	0,87	0,87	0,00
Printemps.....	1244	0,64	0,71	— 0,07
Eté	1383	0,50	0,57	— 0,07
Automne......	997	0,71	0,74	— 0,03
Année........	4467	0,65	0,72	— 0,07

losité moyenne telles que les fournit le tableau XXXII, et la 4me colonne donne la différence entre les valeurs des deux précédentes.

La relation trouvée par M. Billwiller se trouve absolument justifiée à Genève pour les mois d'hiver. Elle ne se justifie plus autant pour les autres mois et saisons de l'année 1897. L'écart est partout de même signe, la nébulosité étant plus forte que la valeur du rapport établi comme ci-dessus. Cela tient-il à ce que l'année 1897 a présenté une nébulosité moyenne exceptionnellement forte à Genève ? ou bien cela vient-il du fait que la nébulosité se calcule à Genève sur 6 observations trihoraires diurnes (de 7 h. du matin à 10 h. du soir), au lieu de se calculer sur 3 observations comme aux stations de Zurich, Bâle, Lugano, Davos et du Säntis qui ont servi de base au travail de M. Billwiller ? C'est ce qu'une étude ultérieure de cette relation pour les années suivantes permettra d'élucider.

Dans le courant de l'année 1896, M. Marc Micheli a installé sur le mur méridional de la terrasse du Château du Crest, à Jussy, un enregistreur d'insolation tout semblable à celui de l'Observatoire. Il nous communique chaque mois le relevé du nombre d'heures d'*insolation* à *Jussy*. En voici le tableau complet pour 1897 :

		h.			h.
Décembre	1896	28.7	Juin	1897	264.4
Janvier	1897	26.7	Juillet	»	248.4
Février	»	82.1	Août	»	208.5
Mars	»	136.6	Septembre	»	135.7
Avril	»	110.1	Octobre	»	119.3
Mai	»	202.0	Novembre	»	59.5
Hiver	»	137.5	Eté	»	721.3
Printemps	»	448.7	Automne	»	314.5

Année 1622.0

Si l'on compare ces chiffres à ceux de Genève du tableau XXXIV, on trouve que la durée d'insolation à Jussy est supérieure à celle de l'Observatoire. Il y a un excédant de 74 heures pour l'année entière et l'insolation est plus forte, à Jussy, dans tous les mois, sauf dans ceux d'avril et de mai. Cela ne doit pas étonner du reste, le château du Crest étant situé un peu plus haut que Genève et distant, en ligne droite, de 9 kilomètres de l'Observatoire, au NE., et de 5 kilomètres du lac.

QUATRE-VINGT-UNIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

BERNE

du 31 juillet au 3 août 1898.

(*Suite et fin*[1]).

Géographie physique.

Président : M. le prof. Dr E. Brueckner, de Berne.
Secrétaire : M. G. Streun, de la Rütti, Berne.

Ed. Brückner. Sur les limites d'altitudes dans les Alpes suisses. — R. Billwiller. Apparition simultanée du fœhn des deux côtés des Alpes. — H. Wild. Détermination de l'inclinaison magnétique. — Hergesell. Aerostation scientifique. — Riggenbach. Photographies de nuages. — Maurer. Observation à distance de la neige recouvrant le Titlis. — Brückner. Périodes d'oscillation du climat. — G. Streun. La mer de brouillards en Suisse.

M. le prof. Dr Brueckner (Berne). — *Sur les limites d'altitude dans les Alpes suisses*, conférence à la 2e assemblée générale.

H.-B. de Saussure a été le premier qui ait fixé son attention sur la hauteur-limite de certains phénomè-

[1] Pour la première partie de ce compte rendu, *mathématiques, astronomie et physique, chimie et pharmacie*, voir *Archives*, 1898, t. VI, p. 359; pour la seconde partie, *géologie et géographie, zoologie* et *botanique*, p. 480.

nes dans les Alpes. D'autres savants l'ont suivi dans cette voie et ont cherché à déterminer les hauteurs des neiges éternelles, les hauteurs-limites des forêts et des arbres isolés. Tous les essais de ces savants étaient basés sur l'observation directe des phénomènes sur les différents versants. Mais cette méthode a le grave inconvénient de reposer sur un nombre trop restreint de données, un seul observateur ne pouvant réunir suffisamment de matériaux. Nous possédons heureusement en Suisse une source très complète de documents exacts dans les cartes du Bureau topographique fédéral. Deux des élèves de M. Brückner viennent de terminer des travaux sur ces matériaux dans l'Institut géographique de l'Université de Berne : M. le Dr Iegerlehner, de Berne, a déterminé la hauteur des neiges éternelles dans les différentes régions des Alpes suisses; M. Imhof, de Schiers (Grisons), a déterminé les limites des forêts.

On désigne par limite des neiges éternelles dans la conception de Ed. Richter, la surface horizontale pour laquelle la neige tombée pendant une année arrive exactement à fondre. Dans les dépressions, où le vent accumule la neige, celle-ci peut subsister au dessous du niveau de cette surface. D'autre part on trouve, au-dessus de cette limite, des parois de rochers à forte pente où la neige n'a pu subsister. Il en résulte ce qu'on appelle les limites locales des neiges éternelles.

La hauteur de la limite se détermine soit par la méthode de Kurowski, soit par la méthode de l'extension géographique des glaciers. Les deux méthodes conduisent d'ailleurs à des résultats identiques.

Les différences dans l'altitude de la limite des neiges éternelles sont grandes, comme l'avait déjà signalé

Richter. Cette limite s'élève à mesure qu'on pénètre plus avant dans la montagne. Mais elle s'élève aussi avec la masse de la montagne. Exemples : Glärnisch 2500^{m}, Urirotstock 2560^{m}, Titlis 2610^{m}, Groupe du Finsteraarhorn 2950^{m}, Alpes pennines 3100; de la Dent de Morcles au Wildstrubel 2740, région du Trift 2750, Oberalpstock 2600, Tödi 2710, Sardona 2630 ; groupe du Gothard 2700, Bernina 2900, Disgrazia 2750.

Il en est de même de la limite des forêts d'après les études faites par M. Imhof. Elle varie beaucoup de lieu en lieu. Exemples : Säntis et Glärnisch 1500, Pilate 1600, Engadine 2100 et plus, vallée de Saas 2300. L'importance des masses soulevées joue là aussi un grand rôle, mais tandis que c'est la hauteur des sommets qui influe sur la limite des neiges éternelles, c'est la hauteur du fond des vallées qui influe sur la limite des forêts. On peut dire en résumé que, dans les Alpes, cette limite s'élève avec l'élévation du fond des vallées. Exemples : Haute-Engadine 2160, Vallée du Bernina 2200, Brusio 2100, Disgrazia 1900; puis Basse-Engadine 2060, Scarlthal 2200, Münsterthal 2130; puis Haut-Valais 2000, vallée de Saint-Nicolas 2250, vallée de Saas 2300. Au groupe du Tödi, la limite s'élève seulement à 1620 m. sur le versant nord et monte à 1950m. sur le versant sud.

Il est évident que ces variations dans la hauteur des neiges éternelles et des forêts proviennent des conditions climatologiques. Lorsqu'un massif de montagnes s'élève, cela influe sur la température parce que les surfaces isothermes de la saison chaude s'élèvent proportionnellement; l'étude des observations météorologiques l'a prouvé. L'élévation de ces surfaces doit agir par

contre coup sur la hauteur des neiges éternelles et des forêts. Mais ce n'est pas une règle générale, car à côté de la température, d'autres facteurs agissent également, spécialement la quantité des précipitations atmosphériques qui influe sur la hauteur-limite de la neige. On peut dire que l'altitude des limites de hauteur dans les Alpes représente fidèlement la diversité des conditions climatologiques de nos montagnes.

M. R. Billwiller, Directeur du bureau météorologique central. — *Sur le phénomène de l'apparition simultanée du fœhn des deux côtés des Alpes.*

Ce phénomène est, en apparence, en contradiction avec la théorie du fœhn telle qu'elle est généralement admise actuellement par les météorologistes et qui a fait antérieurement le sujet de communications à la Société helvétique. M. Billwiller rappelle que les anciennes théories ont été sapées par les travaux de MM. Hann et Wild, lesquels ont démontré que les propriétés particulières de sécheresse et de chaleur du fœhn ne se produisent qu'en pays de montagne. Dans les vallées des Alpes c'est la descente de l'air qui augmente sa pression et l'échauffe tout en le rendant relativement plus sec. La descente de l'air est motivée, dans la plupart des cas, par une diminution de la pression sur l'un des versants, par le fait de l'*aspiration* déterminée par le passage de minima barométriques à une distance plus ou moins considérable. L'air s'écoule alors des régions à haute pression vers celles à basse pression, par-dessus les sommets des montagnes et en suivant la pente. La théorie, bien établie maintenant, des cyclones et des

anticyclones a amené à conclure à la relation entre le fœhn et une dépression barométrique.

Une chute d'air, soit un mouvement dans une direction plus ou moins verticale, se produit cependant aussi, sans qu'il soit besoin de l'interposition d'une chaîne de montagnes. La descente de l'air est même la règle dans les anticyclones, quand on constate, en hiver, du fœhn au-dessus des couches d'air très froides remplissant à l'état stagnant, les dépressions terrestres cachées sous la mer de brouillards.

Il y a aussi des cas où, avec une hausse de la pression sur les deux versants des Alpes, c'est-à-dire sous l'influence d'un apport d'air de haut en bas, favorisé par la nature du sol, le fœhn se manifeste en même temps dans les vallées septentrionales et méridionales des Alpes. M. Billwiller illustre ce phénomène par un exemple tiré des observations faites le 14 avril 1898 dans des stations des vallées des deux côtés des Alpes. Partout se manifeste l'élévation de température et la diminution de l'humidité relative qui sont caractéristiques du fœhn et qui correspondent ici, sur les deux versants à un écoulement de l'air d'amont en aval. En même temps le baromètre montait des deux côtés des Alpes, de la même quantité, 5 mm. environ, du 13 au 14 avril.

Dans la discussion qui a suivi cette communication M. Wild s'est déclaré d'accord avec l'explication fournie par M. Billwiller, mais il est d'avis que le terme de *fœhn* doit être réservé au vent qui franchit une chaîne de montagnes en présentant les caractères spéciaux sus-mentionnés. MM. Billwiller et Brückner estiment au contraire qu'il n'existe pas de différence essentielle entre les deux catégories de phénomènes qui ont fait

l'objet de cette communication. La différence réside seulement dans l'intensité et dans la valeur de la composante verticale du mouvement de l'air. Dansles deux cas la chaleur et la sécheresse proviennent de la même cause. Il existe aussi des formes de transition entre les deux phénomènes, de sorte qu'il serait difficile de limiter la notion du fœhn comme M. Wild.

M. le Dr H. Wild (Zurich). — *Détermination de l'inclinaison magnétique absolue et de ses variations.*

M. Wild rend compte d'une recherche qu'il a faite concernant l'exactitude des différents instruments moyennant lesquels on détermine aussi bien la valeur absolue de l'inclinaison magnétique que ses variations et les efforts qu'on a faits dans les derniers temps pour rendre cette exactitude plus grande et comparable à celle des autres éléments magnétiques : la déclinaison et l'intensité horizontale.

Il démontre d'après les observations faites à différents observatoires magnétiques et surtout celui de Pawlowsk que pour les meilleures boussoles d'inclinaison avec des aiguilles ni l'exactitude de l'inclinaison absolue ni celle pour les valeurs relatives d'une époque à l'autre ne surpasse $\pm$ 1', pendant que les déterminations avec l'inclinateur à induction de W. Weber, en suivant la méthode d'observation indiquée par l'auteur en 1881, peuvent atteindre une exactitude de $\pm$ 3",5.

Il en conclut que la complète exclusion des inclinateurs à aiguilles et leur remplacement par des inclinateurs à induction dans les observatoires magnétiques devrait s'effectuer aussitôt que possible.

A cette occasion un nouvel inclinateur à induction

construit dans l'atelier de M. le professeur Edelmann à Munich (aussi présent à la séance) d'après des idées communes de lui et de l'orateur est mis sous les yeux de la section. Il est destiné à observer d'après la méthode Nulle en employant au lieu des bobines circulaires de Weber un inducteur d'après le système des électro-dynamos ; selon les essais préliminaires on peut espérer d'atteindre là une exactitude de ± 1".

Parmi les instruments de variation, soit directement de l'inclinaison soit seulement de l'intensité verticale. dont la combinaison avec l'observation des variations de l'intensité horizontale fournit également celles de l'inclinaison, M. Wild a trouvé que pour le moment ce n'est que *la balance de Lloyd avec compensation pour la température* qui donne des indications satisfaisantes et il présente à la section, grâce à la complaisance de M. Edelmann un exemplaire d'un tel instrument construit dans son atelier à Munich. Parmi les essais qu'on a faits pour remplacer la balance de Lloyd par un instrument encore plus sensible, il cite l'inclinateur de variation avec induction dans le fer par Lloyd et Lamont, lequel d'après les recherches faites à différents observatoires doit être rejeté comme donnant des indications fausses, et l'inclinateur de variation Weber-Kupffer avec induction dans un cylindre en cuivre qui tourne autour d'un axe horizontal avec une vitesse constante, lequel promet beaucoup si l'on parvient à rendre ce mouvement assez régulier. Les auteurs espèrent que le nouvel inclinateur à induction, présenté à la section, pourra avec quelques modifications aussi servir comme un excellent instrument de variation.

M. le prof. Hergesell, directeur de l'Institut météo-

rologique d'Alsace-Lorraine à Strasbourg, parle de l'*aérostation scientifique*.

Il expose les résultats des dernières expéditions aérostatiques internationales, en particulier ceux qui concernent les variations diurnes de la température. Déjà à des hauteurs de 700 m. l'oscillation de la température pendant le jour se réduit à 3 ou 4° tandis que l'oscillation nocturne disparaît complètement.

M. Hergesell s'étend surtout sur les travaux de la Commission aéronautique internationale réunie à Strasbourg en mars et sur l'ascension internationale qui a eu lieu en suite de ses décisions le 8 juin suivant. Le ballon enregistreur de Strasbourg s'est élevé ce jour-là à l'altitude de 10,000 m., à laquelle, il a inscrit une température de — 49° C.

L'auteur émet le vœu que la Suisse entre dans ce nouveau champ d'études.

M. le prof. RIGGENBACH, de Bâle, démontre une série de *photographies de nuages* qui permettent de suivre très nettement le développement des Cumulo-nimbus, des Mammato-Cumulus et autres types de nuages.

M. BRUECKNER, lit à la Section une note qui lui est adressée par M. le Dr MAURER, de Zurich, *sur la mesure à distance de la quantité de neige qui recouvre le sommet du Titlis*.

La station météorologique centrale suisse, près de Zurich, d'où M. Maurer opère ses recherches, se prête très bien à ce genre d'observations à cause de son altitude (493 m.) et de la magnifique vue qu'elle possède sur toute la chaîne s'étendant du Glärnisch au

Titlis. De cette station il scrute le paysage alpestre avec une très bonne lunette de Merz de 2 $^1/_2$ pouces avec deux oculaires de Ramsden (grossissement 30 et 60 fois) et un excellent micromètre bifilaire. Un degré du tambour de ce micromètre ($^1/_{100}$ de tour) correspond presque exactement pour la distance du Titlis, à une longueur de 1 m.

Le printemps de 1897 a été particulièrement intéressant à cause de la quantité tout à fait exceptionnelle de neige accumulée sur les sommités à la suite de l'été très humide de 1896 et des mois très neigeux d'avril et mai suivants. Le niveau maximum de la neige au Titlis fut très exactement noté les 29 et 30 mai, en le repérant à un rocher toujours nettement visible. La marche de l'ablation du névé du sommet fut suivie régulièrement pendant tout le cours de l'été et de l'automne, ce dernier, on s'en souvient, exceptionnellement sec. Du 30 mai au commencement de décembre le sommet neigeux du Titlis s'est abaissé de 7 m., ce qui équivaut à une hauteur de neige fraîche 3 à 4 fois plus forte.

Ces résultats concordent assez bien avec les données auxquelles sont arrivés Schlagintweit, Heim, Kerner de Marilaun et d'autres sur les quantités de neige qui tombent annuellement sur les sommités.

M. le prof. Dr BRUECKNER. — *Sur la période de 35 ans des oscillations du climat.*

L'association des vignerons allemands a publié des tableaux détaillés sur la qualité des vins pour l'intervalle entre les années 1820 et 1895 ; il en résulte que la bonté du vin est fidèlement représentée par les variations du climat. Dans les périodes sèches et chaudes



correspondant aux environs des années 1830 et 1860, la qualité du vin a été, en moyenne, pour tous les vignobles allemands, très supérieure à ce qu'elle a été durant les périodes des environs de 1850 et de 1880. Depuis cette dernière date, la qualité moyenne du vin s'est sensiblement relevée. Pour toutes les régions vinicoles les courbes des deux phénomènes marchent parallèlement et c'est une confirmation remarquable des oscillations du climat.

M. G. Streun, de Berne, traite de la *mer de brouillards en Suisse.* Il montre sur la carte de la plaine Suisse et par des relevés journaliers les variations d'étendue du brouillard pendant la période très brumeuse de l'automne 1897. Sa limite supérieure a été en moyenne de 900 m., son épaisseur d'environ 400 m. M. Streun a aussi étudié les causes qui agissent sur la mer de brouillards, les circonstances topographiques, les vents, la température, etc.

Anthropologie.

Président : M. le Prof. Kollmann, de Bâle.
Secrétaire : M. le Dr R.-O. Buri, de Berne.

Martin. Proposition de fonder une Commission anthropologique suisse. — V. Gross. Sur le cimetière helvète de Vevey. Crâne trouvé à Bienne. — Eug. Pitard. Sur une série de crânes dolichocéphales de la vallée du Rhône. Sur 51 crânes de criminels français. — Nuesch. Fouilles au Kesslerloch près de Thayngen. — Schürch. Formes de crânes dans la Suisse moyenne.

M. le Dr Martin propose de fonder une *commission anthropologique* permanente. Après discussion, il est décidé qu'il y aura à l'avenir dans les sessions annuelles

une *section d'anthropologie* qui examinera les meilleures méthodes d'étude.

M. le Dr V. Gross, fait une communication sur les *sépultures de l'époque de La Tène, découvertes à Vevey*, l'hiver dernier, à l'occasion des travaux opérés au-dessus de la ville pour la construction d'un boulevard. La Direction des Travaux ne fut avisée de la découverte que lorsque quatre ou cinq tombes avaient été fouillées par les ouvriers et leur contenu (bracelets de verre et autres objets) dispersé ou brisé.

M. Alb. Naef, inspecteur cantonal des fouilles, appelé sur place, constata la présence d'un antique cimetière et, après entente avec les autorités, il fut décidé que des fouilles systématiques seraient entreprises.

M. Naef, secondé par M. l'architecte Burnat, explora dès ce moment, les unes après les autres, toutes les tombes situées dans le champ des travaux du nouveau boulevard. Des photographies furent prises sur place et un journal des fouilles, relata, jour par jour, tout ce qui était intéressant à constater.

Ces tombes gisaient dans un lit de gravier de 1m,45 à 1m,51 d'épaisseur et étaient toutes orientées du N.N.E. au S.S.E., la tête était toujours (sauf dans un seul cas) placée au N.

Une constatation intéressante, faite par M. Naef, a été celle de l'existence de cercueils de bois, qui se trahissent par une poussière noirâtre entourant la tombe. Parmi la trentaine de squelettes découverts, six appartenaient à des hommes, sept à des femmes et jeunes filles, et six à de petits enfants. Quant aux objets trouvés près des ossements en voici la liste : seize

fibules de bronze, treize fibules de fer du type de La Tène, trois bagues d'or, d'électrum et de bronze, une chaînette de bronze très complète qui était placée autour de la taille, deux épées en fer, à lame très bien conservée, et dans la paume de la main d'une femme une monnaie messaliotte portant d'un côté l'effigie de Diane et de l'autre une rouelle avec les lettres M A.

A en juger d'après les trouvailles faites dans le voisinage du champ de fouilles, ce cimetière gallo-helvète, comme l'a désigné M. Naef, s'étendait sur une surface assez considérable. On peut espérer qu'un jour ou l'autre, les fouilles y seront reprises et étendues au cimetière entier.

M. le Dr Gross présente ensuite à la Société un *crâne humain* (de femme probablement) découvert tout dernièrement à Bienne dans un terrain tourbeux, sous une couche de gravier sablonneux de 1m,80 d'épaisseur. Dans le voisinage immédiat du crâne se trouvaient des ossements humains.

D'après la couleur foncée du crâne et la profondeur à laquelle il a été trouvé, d'après les ossements d'animaux qui y étaient joints, d'après aussi l'analogie frappante qu'il présente avec les célèbres crânes d'Auvernier, on doit admettre qu'il date de l'époque du bronze probablement.

M. E. Pitard (Genève) présente deux communications :

1° *Sur une série de crânes dolichocéphales provenant de la vallée du Rhône*, dans laquelle il montre les caractères afférents à ces crânes qui sont sous dolichocéphales et mésaticéphales ; par leur indice orbitaire



mésosèmes et par leur indice nasal mesorrhiniens. Il indique combien la Vallée du Rhône (Valais) a subi de modifications sous le rapport des populations qui l'habitent.

2° M. Pitard a étudié à Paris, au laboratoire d'anthropologie de l'École des Hautes études, et grâce à l'obligeance de son maître M. Manouvrier, une série *de 51 crânes de criminels français.*

Ces crânes, classés d'après leur indice céphalique, prouvent qu'il existe, contrairement à l'opinion admise, autant de criminels dolichocéphales que de criminels brachycéphales.

Il a montré les caractères les plus intéressants relevés au cours de son travail et les a comparés à ceux d'autres séries précédemment étudiées en France.

Pour montrer le peu de valeur qu'il y a lieu d'attribuer aux prétendus caractères différentiels découverts dans les crânes des criminels, M. Pitard a comparé la série indiquée ci-dessus, à plusieurs séries de même nombre, de crânes provenant des Catacombes de Paris. Il a démontré que des différences analogues existent, d'une série à l'autre, lorsque celles-ci sont composées de crânes quelconques.

Les principaux résultats de cette étude ont été publiés dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, Fasc. 3, 1898.*

M. le Dr Nuesch, de Schaffhouse, fait une communication sommaire relative aux fouilles et aux trouvailles qui ont été faites *au Kesslerloch près de Thayngen* et, à sa requête, la section d'anthropologie émet le vœu que

la Société helvétique des sciences naturelles fasse des démarches pour obtenir des recherches complètes et systématiques dans cette intéressante localité.

M. le Dr Otto SCHÜRCH, de Langnau, fait une communication relative à la *forme du crâne chez les populations du plateau suisse.*

Ses recherches ont porté sur le Musée anatomique de Berne et sur les ossuaires de Hassle, Buochs, Stans, Altdorf et Schattdorf, représentant en tout 455 crânes; elles ont montré une prédominance très forte du type brachycéphale qui forme le 86,6 °/₀ des individus étudiés, tandis que le type mésocéphale n'en forme que le 11,8 °/₀ et le type dolichocéphale le 1,6 °/₀.

Les proportions varient suivant les ossuaires de 70 à 94 °/₀ pour les brachycéphales, de 8 à 26 °/₀ pour les mésocéphales et de 0 à 4 °/₀ pour les dolichocéphales.

En ce qui concerne l'indice de la face le type leptoprosophe forme le 88,5 °/₀ (82 à 98 °/₀), le type chamæprosope le 11,5 °/₀ (2 à 18 °/₀) du total.

La population du plateau suisse est donc en grande partie brachycéphale et leptoprosope.

L'auteur a ensuite cherché à établir les corrélations qui existent entre les diverses parties de la face en se basant sur le travail de M. le prof. Kollman intitulé « Zwei Schädel aus den Pfahlbauten und die Bedeutung desjenigen von Auvernier für die Rassenanatomie. » Pour les crânes de Berne et de Hassle il a comparé seulement la forme de la face et celle du palais et a trouvé à Berne 61 individus leptoprosopes et stenostaphilines, 8 individus chamæprosopes et eurystaphilines, et à Hassle 37 individus leptoprosopes et stenostaphilines et 6 indi-

vidus chamæprosopes et eurystaphilines. Ce qui représente une proportion de 87.3 % à Berne, de 82.7 % à Hassle d'individus chez lesquels les caractères du palais sont corrélatifs de ceux de la face. A Buochs sur 106 crânes 42, soit le 39,6 %, sont à la fois leptoprosopes, stenostaphilines, hypsiconques et leptorhines ; à Stans sur 76 crânes, 30 présentent tous ces mêmes caractères tandis que 1 est à la fois chamæprosope, eurystaphiline, chamæconque, et platyrhine. A Altdorf, sur 80 crânes, 22 ont tous les caractères corrélatifs de la leptoprosopie et 3 tous ceux de la chamæprosopie. A Schattdorf, sur 64 individus, nous en avons 24 à la fois leptoprosopes, stenostaphilines, hypsiconches et leptorhines et 3 à la fois chamæprosopes, eurystaphilines, chamæconques et leptorhines.

Ces quelques mesures confirment ainsi nettement la loi de la corrélation si vaillamment défendue par M. le prof. Kollmann. Elles montrent d'autre part l'unité de race des populations de la Suisse centrale.

Anatomie et Physiologie.

Présidents : MM. les prof. Kronecker et Strasser, de Berne.
Secrétaires : MM. les Dr K.-W. Zimmermann et Asher, de Berne.

Prof. Kollmann. Influence de l'hérédité sur la formation des races humaines. Embryons de singes. — R. Burckhardt. Structure anatomique du cerveau chez les Sélaciens. — E. Bugnion. La formation des os chez les batraciens urodèles. — Aug. Eternod. Premiers stades de la circulation sanguine dans l'œuf et l'embryon humain. — K.-W. Zimmermann. Démonstrations anatomiques. — Asher. Bases anatomiques et physiologiques de l'acuité visuelle. — R. Wood. Mouvements de l'intestin chez les Tanches. — R. Wybauw. Relations du nerf vague avec le cœur. — Dr H. Ito. Le développement de chaleur par suite de l'excitation du cerveau. — Mlle Pel. Betschasnoff



Relations entre la fréquence du pouls et le contenu du cœur. — Mlle Julia Divine. Respiration du cœur chez la grenouille. — Mlle N. Lomakina. Anastomoses nerveuses sur le cœur du chien et du cheval. — Mlle L. Schilina. Comparaisons entre le Kymographe de Ludwig et le Tonographe de Hürthle. — Dr Lüscher. Effets de l'isolement du cerveau, du cervelet et de la moelle allongée.

M. le prof. KOLLMANN, de Bâle, traite *des rapports de l'hérédité avec la formation des races humaines.*

Des milliers de crânes préhistoriques et modernes furent mesurés et comparés entre eux et l'on reconnut l'existence de deux types, dolichocéphale et brachycéphale qui se sont constamment transmis par hérédité.

L'on distingue d'autre part dans la race blanche d'après la couleur des yeux, des cheveux et de la peau la variété blonde et la variété brune ; or on sait maintenant que, déjà avant l'apparition des Romains et des Germains, ces deux variétés étaient réparties comme elles le sont aujourd'hui, le type blond prédominant dans le Nord, le type brun dans le Sud. Ces deux variétés sont donc persistantes et leurs caractères respectifs se sont incontestablement transmis par hérédité.

Il est prouvé que les représentants de la race blanche qui ont émigré dans d'autres climats n'ont nullement été modifiés même après plusieurs siècles, mais ont conservé tous les caractères essentiels de leur variété. Et, comme le climat, l'alimentation est incapable de transformer une race ou une variété ; elle peut agir seulement sur les caractères individuels, son action étant par suite essentiellement passagère. Il est donc impossible de considérer les races humaines comme soumises à une transformation lente mais continue.

Si ces observations ne s'étendent que sur quelques siècles, nous avons une autre preuve de la persistance

des races et variétés humaines dans les nombreuses œuvres d'art de la civilisation égyptienne, qui remonte à plusieurs milliers d'années et sur lesquelles sont pourtant figurés d'une façon parfaitement distincte des représentants des Sémites, des Ariens et des Nègres, absolument semblables à ceux qui vivent actuellement en Egypte. Or les débuts de la civilisation égyptienne doivent remonter à peu près d'après Virchow, jusqu'au temps de la période néolithique de l'Europe centrale et occidentale.

L'on peut donc admettre que les races humaines de la période néolithique étaient identiques à celles de l'époque actuelle non seulement par le squelette, mais aussi par le développement des chairs. Si l'on a appris à connaître par un grand nombre de mesures l'épaisseur moyenne des chairs sur les diverses parties de la face chez les races contemporaines, l'on pourra reconstituer une tête d'après n'importe quel crâne préhistorique. C'est dans cette idée que M. Kollmann et M. W. Buchly ont, d'après les données fournies par 28 cadavres d'âges et de sexes différents, recouvert un crâne de femme de la période néolithique, d'une couche de terre exactement égale sur chaque point, à l'épaisseur normale des chairs. La tête ainsi reconstituée appartient à une femme néolithique découverte à Auvernier et est caractérisée par sa forme générale brachycéphale et chamæprosope, son front plat, ses pommettes saillantes, son nez un peu relevé et ses lèvres épaisses. Ce même type était déjà représenté parmi les Troglodytes de Schweizersbild et existe encore actuellement à côté du type leptoprosope.

Une publication complète sur le sujet a paru dans les *Archiv für Anthropologie*, Brunswick, 1898, 4°.



M. KOLLMANN expose ensuite plusieurs planches montrant les diverses phases du développement de *Cercopithecus cynomolgus* et de *Semnopithecus presbytes*. L'embryon de la seconde espèce étudiée ici a été rapporté de Ceylan et remis à l'auteur par MM. Paul et Fritz Sarasin. Son développement correspond à celui d'un embryon humain de 5 semaines d'après l'aspect des yeux, des arcs branchiaux et des extrémités : on pourrait à première vue le confondre avec un embryon humain mais un examen approfondi montre des différences bien marquées : ainsi il a un cordon ombilical nettement plus gros et sa vésicule ombilicale est vaste et distendue ; en outre le corps est tordu sur son axe longitudinal de façon à faire dévier son extrémité postérieure fortement à gauche. La région caudale de la colonne vertébrale est déjà bien développée et dévie également à gauche.

L'auteur a observé d'autre part chez 3 embryons de Makakes long de 15 à 20 mm. une réduction de l'extrémité de la région caudale analogue à ce que l'on constate pour l'Homme, les Mammifères en général et les Oiseaux.

M. le prof. R. BURCKHARDT, de Bâle, fait une communication sur la *forme extérieure du cerveau des Sélaciens*.

Dans cette étude, qui fait suite à celle dont il a rendu compte à la session d'Engelberg en 1897, l'auteur a pris pour base le cerveau de Scymnus dont il a étudié aussi bien la forme que le développement et est arrivé aux conclusions suivantes :

La structure de la moelle épinière se suit à travers

toute la moelle allongée et le cervelet et la continuité des différentes zones ne subit d'altération importante que dans la région de l'organe auditif où la zone dorso-latérale se plisse en forme d'S et dans le cervelet qui se différencie dans les mêmes proportions que ses organes des sens périphériques. La structure du cerveau antérieur peut également se ramener à celle de la moelle épinière, quoique le développement de l'œil et de l'organe olfactif amène ici des modifications plus importantes que celles subies par les centres des organes des sens moins différenciés. Nous arrivons ainsi à une conception du cerveau tout à fait semblable à celle que l'on avait au commencement de ce siècle avant que l'on eût attribué faussement une valeur morphologique aux vésicules cérébrales et aux métamères du cerveau. L'auteur se refuse absolument à attribuer à la segmentation du feuillet germinatif moyen une valeur décisive pour la genèse du cerveau et affirme au contraire que ce sont le feuillet germinatif externe et ses dérivés qui ont une importance insuffisamment connue pour le problème de la céphalogénèse des vertébrés.

L'auteur accompagne son exposition de la démonstration de nombreuses figures représentant le cerveau de 42 genres différents de Sélaciens.

M. E. Bugnion, de Lausanne, parle de *la formation des os chez les Batraciens urodèles*.

Les animaux qui ont fait l'objet de cette étude sont le Triton, la Salamandre, l'Axolotl et le Protée. L'auteur s'est servi de coupes sériées, colorées au carmin boracique et au vert d'iode.

L'os se montre en premier lieu sur les bords de la bouche, au niveau des dents, en continuité avec le socle ou base de celles-ci.

Le tissu osseux *dentaire*, si bien étudié par Hertwig, peut être observé chez des larves de Triton de 16 mm. Il se forme dans l'épaisseur du chorion de la muqueuse buccale, à une époque où le reste du squelette est encore entièrement cartilagineux.

L'ossification des membres, de la colonne vertébrale, du chondrocrâne et des arcs branchiaux commence quelques jours plus tard.

D'abord exclusivement périchondrale, l'ossification est précédée dans le fémur, le tibia, etc., par l'apparition au sein du cartilage de capsules relativement énormes qui sont groupées sans ordre (à l'opposé du cartilage sérié) et occupent la partie moyenne de la diaphyse.

Ces grandes capsules se voient très bien chez les larves de Triton de 16 à 18 mm. et chez les Salamandres de 20 à 30. La cellule qu'elles renferment est ramassée autour du noyau, le reste occupé par un liquide clair. Plus tard (chez les Salamandres de 45 mm.) le protoplasma de ces capsules forme un réticule filamenteux contenant dans ses mailles des gouttelettes hyalines.

L'os se dépose à la surface du cartilage dans la partie moyenne de la diaphyse et forme dès l'abord un manchon continu. Il est le produit d'ostéoblastes très aplatis qui se trouvent à la face profonde du périchondre et que l'on distingue facilement grâce à la teinte rose pâle et aux belles dimensions de leur noyau.

Plus épais au milieu, aminci en revanche vers les deux extrémités, le manchon osseux offre à cette épo-

que la forme d'un clepsidre ou sablier. Les capsules cartilagineuses restant parfaitement intactes, il n'y a à l'intérieur de la diaphyse ni lacunes médullaires, ni moelle, ni vaisseaux. Il n'y a pas non plus d'épiphyses osseuses et il ne s'en formera pas dans la suite ; les deux bouts cartilagineux restent à peu près ce qu'ils sont au début.

M. A.-C.-F. ETERNOD, prof. à Genève, décrit les *premiers stades de la circulation sanguine dans l'œuf et l'embryon humains* (avec démonstrations de croquis, de modèles et de reconstructions graphiques et plastiques.)

Cette démonstration se rapporte à un œuf humain mesurant, y compris les villosités, $10^{mm},0$, — $8^{mm},2$ et $6^{mm},0$, avec villosités de 0,3, — 0,5 à 0,8 d'épaisseur et 1,2 — 1,7 à $2^{mm},0$ de longueur, avec embryon $1^{mm},3$ de long et large de $0^{mm},23$ dans la région céphalique et de $0^{mm},18$ dans la région caudale.

Cet embryon présente un blastopore, une ligne primitive, un mésoderme non clivé, et un pédicule abdominal (Bauchstiel de His). Il a un cœur double, 2 aortes, avec arcs branchiaux, aortes qui deviennent plus loin artères chorio-placentaires ; un tronc veineux chorio-placentaire unique, produit de la coalescence des deux veines de retour qui longent la marge du champ embryonnaire pour aller au cœur.

Il présente, en outre, un vaisseau veineux curieux et encore bien mystérieux, logé dans la partie caudale de la vésicule vitelline, que nous proposons d'appeler *Anse veineuse vitelline.*

Les données énumérées ci-dessus ayant trait à la

circulation étaient inconnues jusqu'à ce jour pour l'embryon humain, mais ont des correspondants évidents dans la série animale.

Elles ont donc une grande importance pour la phylogénèse de l'espèce humaine.

M. ZIMMERMANN, de Berne, fait la démonstration de *cavités céphaliques rudimentaires chez un embryon* humain de 3,5 mm. de longueur. Ces cavités se trouvent de chaque côté (3 plus grandes à droite, 6 plus petites et de dimensions inégales à gauche). Tandis que leur nombre n'est pas le même à droite et à gauche, l'espace qu'elles occupent est égal de part et d'autre. Il n'est donc pas possible d'admettre que chacun de ces rudiments correspond à une cavité céphalique déterminée des Sélaciens et il est probable que c'est l'ensemble de ces rudiments placés du même côté qui représente une seule cavité des Sélaciens.

M. Zimmermann montre ensuite un fort ganglion existant sur le nerf facial de la souris à l'endroit ou se détachent le muscle stapedius et la chorde tympanique. L'échantillon démontré appartient à un embryon à peu près complètement développé.

L'auteur a constaté la même disposition chez un embryon de bœuf avec cette différence que le ganglion se trouve ici dans le voisinage immédiat de la naissance de la chorde tympanique et se prolonge même dans cette dernière, en sorte qu'il faut le considérer comme faisant plutôt partie de celle-ci.

M. le D[r] ASHER, de Berne, fait une communication sur les *bases anatomiques et physiologiques de l'acuité visuelle.*

Depuis que l'on sait que à 3 millions de papilles visuelles, ne correspondent que 1 million de fibrilles optiques, il semble difficile de considérer la papille comme l'unité optique, et ces doutes sont encore confirmés par les nouvelles observations faites sur les relations anatomiques qui existent entre les papilles, les chaines ganglionaires bipolaires et le réseau fibrilaire du nerf optique dans la rétine. L'auteur a constaté par ses expériences que les images produites sur la rétine sont toujours plus grandes que le diamètre d'une papille à cause de l'aberration due à la convergence non stigmatique des rayons lumineux. L'impression produite par de très petits objets, dépend d'une part de la quantité de lumière qu'ils envoient, de l'autre de l'état de la rétine ; l'on sait que deux petits objets produisent la même impression extensive et intensive, si le produit de la surface lumineuse multipliée par l'intensité de la lumière est le même pour tous les deux. De deux objets très petits, c'est le plus lumineux qui paraîtra le plus grand et si l'on admet que c'est à ce dernier que correspondra l'image rétinienne la plus grande il s'ensuit que la projection lumineuse de cet objet sur la rétine sera notablement plus grande que l'image rétinienne schématique et, en tenant compte des conditions spéciales de l'expérience, elle devra être plus grande aussi que le diamètre d'une papille visuelle. Mais c'est la surface de perception et non la surface lumineuse qui détermine l'effet produit par les objets et cette surface de perception dépend de la sensibilité aux contrastes qui dépend à son tour de l'état de l'organe de la vue. Ainsi les bases physiologiques de l'acuité visuelle sont beaucoup trop compliquées pour être exposées d'une façon complète par des calculs schématiques.

M. le Dr H.-C. Wood, de Philadelphie, à Berne, rend compte d'une série d'observations qu'il a faites sur les *Mouvements de l'Intestin chez les Tanches.*

La paroi de l'intestin chez les tanches renferme d'une part des muscles lisses de l'autre des muscles striés ; il est par suite susceptible de deux sortes de mouvements : des mouvements rapides et des mouvements lents. Du reste même la contraction brusque des muscles striés de l'intestin est moins rapide que celle des muscles thoraciques, dont la contraction se fait en 0,1 à 0,2 seconde.

Les muscles striés de l'intestin diffèrent très sensiblement de ceux des membres quant à leur excitabilité; ainsi si on fait agir sur eux un seul courant d'induction, ils ne réagissent que lorsque le courant est très puissant ; il y a par contre déjà réaction avec des courants faibles, si l'on fait agir plusieurs courants successivement à petits intervalles. La réaction commence à se produire à des intervalles de 0,2″ et atteint son maximum à des intervalles de 0,05″. La contraction produite par l'action prolongée des courants d'induction peut durer de 5 à 10 secondes ; elle cesse au delà de cette durée même si l'on continue à faire agir les courants. Ainsi la musculature striée de l'intestin des tanches contient des organes réflèxes analogues à ceux qui ont été constatés par Barbéra dans l'estomac des grenouilles. Si l'on intercale un fragment de l'intestin dans le circuit d'un courant continu, il se manifeste une contraction persistante qui ne cesse qu'avec l'ouverture du circuit.

L'intestin, isolé et étiré, se contracte de lui-même de façon à former 6 segments ; d'autre part les muscles lisses de l'estomac font souvent, lorsque l'animal est encore frais, des mouvements spontanés et lents.

L'auteur a découvert outre les couches de muscles lisses décrites par René du Bois-Reymond et Oppel des faisceaux de fibres lisses réparties d'une façon très curieuse autour des muscles striés subséreux.

M. le D[r] Wybauw, de Bruxelles, à Berne, fait une communication sur les relations entre le *nerf vague et les mouvements du cœur*. Pour étudier ces relations, il a fait une série d'expériences sur des tortues, ces animaux ayant été choisis plutôt que d'autres à cause de la simplicité relative que présentent chez eux les anastomoses du nerf vague dans le cœur.

Ayant introduit par l'aorte la canule de perfusion de Kronecker dans le ventricule, il fit passer dans ce dernier un courant d'eau salée au 0,6 °/₀ jusqu'à ce que celle-ci ressortît à peine rougie par une faible quantité de sang.

Après un lavage ainsi poursuivi pendant plusieurs heures, le ventricule subit encore de faibles pulsations, se succédant souvent dans un rythme différent de celui des battements de l'oreillette. Si maintenant, le cœur étant dans cet état, on tétanise le nerf vague (en général le droit), qui agit sur le cœur normal, le ventricule continue ses pulsations sans modification sensible ou avec un léger ralentissement, tandis que les oreillettes cessent tout mouvement.

Ainsi le ventricule, rempli d'eau salée au lieu de sang, devient insensible à l'action du nerf vague ; mais il suffit souvent d'interrompre pendant quelques minutes l'introduction de l'eau salée, pour que le ventricule, qui se remplit alors du sang provenant des oreil-

lettes, reprenne sa sensibilité. Une expérience analogue faite sur un lapin a donné des résultats semblables.

Il résulte de ce qui précède que le ventricule, sous l'influence de solutions anormales, subit des pulsations tout à fait indépendantes du système nerveux normal et provenant de l'excitation des réseaux nerveux intermusculaires. Si l'on fait cesser aussi cette dernière action soit en expulsant par lavage la solution nutritive, soit en tétanisant le cœur, soit en provoquant un fort refroidissement, les battements du cœur ne sont plus du tout coordonnés et les réseaux musculaires ne subissent plus que des mouvements fibrillaires.

M. le D[r] H. Ito, du Japon, à Berne, fait une communication sur la *production de chaleur par l'excitation du cerveau.*

Il a constaté que la région du corps la plus chaude chez le lapin est le duodenum, dont la température s'élève parfois jusqu'à 0,7° au-dessus de celle du rectum, tandis que d'autre fois la différence entre ces 2 points devient insignifiante. La température de l'estomac est en général supérieure à celle du rectum, celle du foie lui est sensiblement égale et celle du cœur lui est un peu inférieure. La température de la peau est plus élevée que celle de l'intestin grêle et en général aussi que celle du rectum.

Ayant d'autre part pratiqué une piqûre dans le corps strié d'après la méthode d'Aronsohn-Sachs, il a remarqué des élévations de température dans 26 cas sur 37. Les mesures de température ont montré que ce n'est pas dans les muscles, mais dans les glandes digestives que l'élévation se fait en premier lieu.

Cette élévation ne peut pas être attribuée à une douleur, l'animal restant absolument tranquille et n'éprouvant aucun sursaut au moment de la piqûre.

En écartant le cerveau au moyen d'une injection de paraffine, l'auteur a constaté une élévation de 0,5° dans la température du rectum, sans qu'il se manifeste de crampes très sensibles ; mais il fait remarquer que les animaux soumis à la même opération après une injection de curare ne subirent aucune élévation de température.

Mme Pélagie Betschasnoff, de St-Pétersbourg, à Berne, s'est occupée des relations entre la *fréquence du pouls et le contenu du cœur chez la grenouille.*

Se basant sur les travaux de Kronecker, Stirling et Rossbach, elle a fait circuler dans des cœurs de grenouilles un courant de sang de veau mélangé avec une quantité variable d'une solution de sel marin, et elle a cherché à établir dans quelle mesure le pouls est influencé par la proportion plus ou moins forte d'eau salée et par l'adjonction à la solution d'autres sels en faible quantité.

Elle a constaté ainsi que ce sont les solutions très étendues, par exemple 1 partie de sang pour 6 à 8 parties d'eau salée au 0,6 °/₀, qui donnent les pulsations les moins fréquentes, le cœur pouvant même dans certains cas ne subir aucun mouvement pendant une longue durée, sans toutefois perdre son excitabilité. Celle-ci ne se perd que sous l'influence de basses températures. L'eau salée physiologique au 0,6 °/₀ pure provoque immédiatement des pulsations fréquentes et il en est de même des solutions riches en sang ; mais

tandis que l'eau salée ne peut donner que de faibles battements, le sang ou une solution riche en sang en donnent de fortes.

Si l'on additionne à l'eau salée mélangée au sang de faibles quantités de chlorure de calcium, l'on constate un renforcement de l'action excitatrice.

Une solution peu concentrée (0,1 °/₀) de soude semble n'avoir qu'une faible action excitatrice.

Enfin l'auteur a remarqué que, dans quelques cas isolés, des solutions riches en sang ont donné des pulsations moins fréquentes que des solutions plus étendues ; mais l'eau salée a toujours montré son pouvoir excitateur.

Mlle Julia Divine, de Moscou, à Berne, a étudié la *respiration du cœur chez les crapauds*, et est arrivée aux résultats suivants :

Contrairement à certaines objections exprimées, il se confirme que le sang dépourvu d'oxygène, ou saturé d'hydrogène ou de protoxyde de carbone a sur le cœur une action nutritive tout aussi forte que du sang artériel (sang de veau étendu d'une solution de sel marin au 0,6 °/₀) et entretient des pulsations d'égale amplitude. Du sang saturé d'acide carbonique diminue au contraire rapidement l'énergie du cœur et pour combattre cet effet il faut réintroduire dans le cœur du sang pur d'acide carbonique avec ou sans protoxyde de carbone.

Mlle Nadine Lomakina, de Moscou, à Berne, a fait une série de recherches sur les *anastomoses nerveuses dans le cœur des chiens et des chevaux*.

Les tissus nerveux maicroscopiques très riches qui

sont en relation avec le cœur chez les chiens et les chevaux se répartissent en trois ramifications : la première se trouve du côté antérieur, près de la branche descendante de l'artère cardiaque ; la seconde, du côté postérieur, près de la branche descendante de l'artère cardiaque circonflexale, et la troisième, près de la branche auriculo-ventriculaire gauche. C'est sur le ventricule gauche que les fibres nerveuses se ramifient le plus. Presque tous les nerfs se terminent sous le péricarde à la limite entre le premier et le deuxième tiers, comme Vignal l'a déjà constaté chez l'homme.

Pour se rendre compte de l'importance physiologique de ces nerfs, l'auteur a opéré tout d'abord sur un lapin et a trouvé que, si l'on lie un des rameaux principaux de la branche postérieure, le ventricule se met à battre dans un rhythme différent de celui de l'oreillette, comme Kronecker l'avait déjà observé chez le chien. Si chez le chien on lie un des rameaux postérieurs, le pouls devient intermittent. Si l'on excite le nerf vague, les battements de l'oreillette droite seuls sont modérés et le ventricule droit se contracte par suite avant l'oreillette correspondante.

L'auteur a lié à plusieurs reprises tous les nerfs visibles dans le sillon de l'oreillette sans obtenir d'effet ; elle en conclut que ces nerfs doivent pouvoir être relayés par des tissus nerveux microscopiques et cachés en profondeur.

Mlle Ludmilla Schilina, de Krasnojarsk, à Berne, a fait un travail comparatif entre le *Kymographe de Ludwig et le Tonographe de Hürthle.*

Depuis que Vierordt a en 1855 déclaré le Kymogra-

phe de Ludwig inutilisable, il s'est fait plus de découvertes à l'aide de cet instrument qu'avec aucun autre appareil de physiologie. L'auteur a cru utile de comparer le dit kymographe avec le nouveau Tonographe de Hürthle, en relevant les données que fournissent ces deux instruments pour des pulsations connues lentes ou rapides. Il résulte de ce travail que le Tonographe peut dans certains cas enregistrer une valeur inexacte pour la pression moyenne du sang et fausse d'autre part la forme des pulsations ; par contre il donne en général exactement le nombre des battements. Le Kymographe dessine des ondulations qui oscillent symétriquement au-dessus et au-dessous de la pression exacte du sang. Il n'y a que les pulsations particulièrement fortes qui occasionnent des mouvements vibratoires prolongés. Tandis que de faibles ébranlements provenant de l'extérieur dérangent le Tonographe, le Kymographe n'en est pas influencé.

A côté de ces deux appareils, le Sphygmographe est particulièrement bien fait pour les relevés des battements du pouls.

M. le Dr LUSCHER, de Berne, fait une communication sur l'*isolement sans épanchement de sang du cerveau, du cervelet et de la moelle allongée.*

Tandis que Marckwald a étudié surtout l'innervation des organes respiratoires, au moyen des mouvements respiratoires, l'auteur s'est occupé spécialement des mouvements du cœur en se basant sur la courbe des pressions du sang données par le Kymographe.

En ce qui concerne la respiration les observations de Marckwald ont été absolument confirmées ; l'isolement



de la moelle allongée entraîne immédiatement et d'une façon persistante l'arrêt des mouvements respiratoires et l'auteur n'a pu découvrir aucun centre nerveux agissant sur la respiration dans la moelle épinière même quand celle-ci était en état de réagir à divers modes d'excitation. Si au contraire l'on isole le cerveau et le cervelet en conservant la moelle allongée, la respiration reste normale, mais dans cet état la section des nerfs vagues produit tout de suite une respiration spasmodique; tandis que si le cervelet est conservé avec la moelle allongée, les spasmes ne se produisent pas après la section des nerfs vagues.

La pression du sang est resté relativement élevé dans un grand nombre d'expériences, après que la moelle épinière était seule conservée et sans qu'on pût attribuer ce nombre à une excitation de la moelle.

L'asphyxie agit très rapidement sur les centres vasculaires spinaux, contrairement aux données généralement admises. Elle occasionne des pulsations vagiennes même quand les deux nerfs vagues sont coupés. L'activité du cœur n'a pas été notablement modifiée par l'isolement total. L'excitation des nerfs splanchniques produit une élévation importante de la pression du sang tandis que la section d'un de ces nerfs n'amène pas d'abaissement de cette pression.

En liant l'aorte vers la crosse l'on fait monter la pression du sang notablement au-dessus de la normale et si, après avoir délié l'aorte on la lie de nouveau la pression remonte à la même hauteur.

Un symptôme très caractéristique de l'isolement complet des centres nerveux consiste dans l'excitabilité exagérée de la région anale.

Médecine.

Président: M. le Dr Dor, professeur à Lyon.
Secrétaire: M. le Dr Wormser, de Berne.

De Cerenville. Procédé du frôlement — Kottmann. Péri et paratyphlite. — His. Rôle de l'acide urique dans l'organisme. — Hanau. Influence de la thyroïde sur la guérison des fractures. Le mal perforant du pied. — Müller. Photographies de Rœntgen. — Schenkel. Même sujet.

Le Dr De Cérenville, de Lausanne, parle du *procédé du frôlement* appliqué à la détermination topographique des organes et spécialement des organes thoraciques. Ce procédé, qui est employé par les tonneliers, consiste à promener le doigt préalablement mouillé sur la région en expérience, en l'appuyant très légèrement. On recueille ainsi une sensation très différente suivant la densité du plan sous-jacent qui permet de délimiter avec une très grande précision les limites des organes pleins, plus exactement qu'au moyen de la percussion.

Dr Kottmann (Soleure) : *Abcès par congestion importants au point de vue pratique dans la paratyphlite.*

La paratyphlite est une variété de la pérityphlite. Elle a comme elle, pour point de départ une appendicite dans le plus grand nombre des cas, plus rarement une typhlite. On ne peut la diagnostiquer, que lorsqu'elle devient purulente. Primitivement le pus se collecte dans la fosse iliaque droite, entre la face postérieure du péritoine pariétal et la face antérieure de

l'aponévrose iliaque, dans un espace bien délimité, qui contient de la graisse sous-séreuse avec des vaisseaux, des nerfs, des ganglions et l'uretère. Tantôt c'est indirectement par les lymphatiques du mesocôlon que le processus inflammatoire arrive dans cet espace. Tantôt la propagation est directe, quand le pus de la typhlite est situé entre le cœcum et le tissus cellulaire sous-séreux en dehors de la cavité péritonéale.

Tant que l'abcès paratyphlitique siège dans la fosse iliaque droite, on ne peut le distinguer d'une pérityphlite ; le symptôme d'Oppolzer (sensation d'éponge) est trompeur, puisqu'il peut être produit dans la pérityphlite par l'accollement d'anses intestinales remplies d'air et de liquide.

La paratyphlite ne prend d'importance pratique que par la migration du pus, qui suit le fascia iliaca. Dans les formes très aiguës, l'abcès arrive à la peau qu'il rougit et s'ouvre au-dessus du ligament de Poupart, une participation de la peau à l'inflammation doit toujours faire admettre une paratyphlite. Les abcès plus chroniques pénètrent dans le ligament large droit ou dans la paroi postérieure du rectum. Ce dernier cas est le plus fréquent (8 observations personnelles).

La marche et le traitement de ces abcès *périrectaux* présentent des particularités intéressantes. Après les symptômes du début qui sont ceux de la pérityphlite, il se fait une rémission vers le 8[e] jour dans les symptômes alarmants, qui coïncide en général avec une évacuation de gaz et de matières fécales. Mais au lieu d'une convalescence franche, on voit le pouls augmenter de fréquence, la température est subfébrile ; le malade se plaint d'une sensation de plénitude dans le ventre

avec pression vers le bas. Il y a des nausées, un sentiment de grande faiblesse ; l'urine contient beaucoup d'indican. Néanmoins l'examen physique démontre l'absence de toute douleur à la pression du ventre, la matité primitive de la forme iliaque diminue et disparaît.

L'abcès rétro-rectal peut s'ouvrir spontanément ; mais il est préférable de ne pas attendre l'ouverture spontanée et de livrer passage au pus par une incision rectale au bistouri, après avoir immobilisé la muqueuse au-dessus de la tumeur.

On fixe un drain dans l'incision par une suture. Les accidents ont cessé immédiatement et tous les malades ont guéri rapidement, quoique l'état de plusieurs d'entre eux parût sérieux avant l'opération.

Fait curieux, M. Kottmann n'a jamais observé de récidive de pérityphlite, nécessitant une résection de l'appendice, chez ces malades.

Dr W. His, jun. — *Sur le rôle de l'acide urique dans l'organisme.*

L'auteur fait un exposé critique des diverses opinions actuelles sur la *nature de la goutte*, et fait ressortir que les recherches des dix dernières années ont eu pour résultat de renverser les théories régnantes plutôt que de donner une bonne explication de cette maladie. L'auteur insiste en particulier sur le fait que le rôle de l'acide urique dans le corps nous est peu connu et expose à ce sujet des travaux qui ont été faits sous sa direction à Leipzig dans la clinique du prof. Curschmann. D'après les recherches de Freudweiler, de Zürich, l'urate de soude, injecté en solution sous la peau du lapin et de l'homme, n'agit pas seulement comme corps étranger,

mais comme un vrai poison, comme l'ont montré les expériences de contrôle faites avec le carbonate de chaux; en effet ces deux sels déterminent une nécrose des tissus avec une infiltration inflammatoire de voisinage et cellules géantes. Néanmoins la réaction des tissus est beaucoup plus forte et plus durable avec l'urate de soude, qu'avec le carbonate de chaux. La phagocytose joue le rôle le plus important dans l'élimination de l'urate de soude, comme l'ont montré pour les tophus de l'homme les recherches de Riehl.

Les recherches de Nager à Berne qui ne sont pas encore terminées, paraissent indiquer que ce sel subit dans l'économie une transformation chimique; on ne sait pas encore si la phagocytose joue aussi un rôle dans la dissolution des dépôts articulaires d'urate de soude. En tout cas ce processus paraît nous donner la clef du fait curieux qu'on n'a jamais vu augmenter l'excrétion de l'acide urique par l'urine, par l'administration des alcalins et d'autres substances lithontriptiques (pipérazine), etc.

Enfin le Dr His rapporte, d'après de nombreuses recherches faites en commun avec les Drs Freudweiler, Respilger et Cohnheim, que l'accès de goutte aigu est toujours précédé par une diminution de la quantité d'acide urique excrétée en 24 heures, qui peut tomber à quelques centigrammes, et que cette diminution est suivie d'une augmentation considérable. Ce fait pourrait s'expliquer ainsi : les dépôts uriques dans les articulations se font déjà de 1 à 3 jours avant l'attaque, ils proviennent du sang et diminuent d'autant la quantité excrétée par l'urine; au contraire l'inflammation articulaire pendant l'attaque remettrait en circulation

une certaine quantité des dépôts uriques et augmenterait l'excrétion urinaire. Enfin M. His indique que plusieurs manifestations de la goutte deviendront plus compréhensibles, si l'on admet que l'acide urique des goutteux est un produit anormal difficile à brûler, et difficile à excréter du sang, comme les recherches de Schmiedeberg et Nauning l'ont démontré pour le sucre du sang des diabétiques.

Dr HANAU (St-Gall). I. *L'Influence de la thyroïde sur la guérison des fractures.*

Le Dr Hanau rappelle une communication faite en son nom et au nom de son élève Maurice Steinlin, il y a deux ans, sur des lapins rendus cachectiques par l'extirpation de la glande thyroïde et qui avaient présenté un retard dans la consolidation des fractures. Il a engagé à ce moment les chirurgiens à essayer le traitement des fractures par les tablettes de corps thyroïde. Il n'a reçu à ce sujet qu'une communication du Dr Kappeler de Constance, qui avait obtenu par le traitement de bons résultats dans une pseudarthrose. Le Dr Hanau apprit il y a quelques jours seulement que le Dr Gauthier a publié dans le *Lyon médical* de 1897 deux cas de pseudarthroses traitées avec succès par la glande thyroïde et qu'en Angleterre on a employé le même traitement avec succès d'après ses indications.

II. *Sur le syndrôme de Morvan et le mal perforant du pied.*

Le Dr Hanau présente un moignon de pied d'un homme de 57 ans, qui a été amputé par le procédé de Pirogoff à l'hôpital de St-Gall par le Dr Feurer. Ce pied

qui était atteint d'un vice de conformation (déviation latérale de l'avant-pied), avait été déjà opéré par un médecin et présentait un mal perforant plantaire typique causé par un spina bifida latent de la région lombo-sacrée, comme le démontra d'ailleurs un examen approfondi du malade.

Le Dr Hanau ajoute quelques considérations sur les rapports entre le mal perforant et la maladie de Morvan, qu'il ne considère pas comme une maladie spéciale, mais comme un symptôme observé dans une série de maladies nerveuses qui déterminent l'anesthésie plantaire (syringomyélie, Spina bifida, léprômes des nerfs périphériques, névrites, etc.), l'anesthésie plantaire favorisant le développement de processus infectieux traumatiques dans le pied.

Le mal perforant du pied est dû très probablement à la blessure traumatique de la plante du pied par les clous du soulier, qui traversent la semelle.

M. Mueller (Berne). *Démonstration de quelques photographies de Röntgen* montrant le bassin de femmes au terme de la grossesse. Les épreuves ne sont pas très réussies, comme d'ailleurs toutes celles qui ont été faites jusqu'à présent sur le bassin dans un état avancé de la grossesse. Par contre, un cliché montrant un bassin après une symphyséotomie est bien réussi.

M. Schenkel (Berne) montre également une collection de *photographies de Rœntgen*.

Art vétérinaire

Président : M. le directeur BERDEZ, de Berne.
Secrétaire : M. le Dr A. WILHELMI, de Berne.

Dr A. Wilhelmi. Arthrites chez des veaux. Dégénérescences blanches du rein du veau. — Guillebeau. Hypotrichon des porcs. Tumeurs utérines de la vache, anomalies sexuelles. — Rubeli. Position du rein gauche. — Noyer. Castration aseptique des étalons.

M. le Dr A. WILHELMI communique le résultat de ses *recherches bactériologiques sur des abcès du mufle et des arthrites observées chez des veaux.* Il démontre que les phénomènes arthritiques observés ne sont pas dus à une infiltration directe de la bactérie mais de la toxine qu'elle sécrète.

M. WILHELMI parle encore des *dégénérescences blanches du rein du veau (weisse Flecknieren*) et montre que cette affection n'est pas en réalité une néphrite mais plutôt une anomalie de développement qui disparaît dans la suite.

M. le prof. GUILLEBEAU parle de l'*Hypotrichon des porcs*, affection caractérisée par la présence de nombreux kistes superficiels sur le dos, les oreilles et les cuisses des animaux. Ces kistes où l'on a voulu voir la présence de parasites bactériens, paraissent plutôt dus à une altération des follicules pileux et des glandes peaussières.

M. GUILLEBEAU parle encore de *tumeurs utérines de la vache* et *d'anomalies sexuelles.*

M. le prof. RUBELI explique les causes du changement dans la *position du rein gauche* pendant le développement fœtal des ruminants.

M. le prof. NOYER analyse un procédé qu'il emploie pour la *castration aseptique des étalons*, procédé au moyen duquel il obtient une prompte guérison.

Agriculture et Sylviculture

Président: M. J. COAZ, inspecteur des forêts à Berne.

Moser. Alimentation du bétail. — Anderegg. Classification du bétail suisse. — Lederrey. Stations d'essais agricoles. — Keller. Les galles. — Coaz. Ravages par les avalanches. — Liechti. Engrais.

M. MOSER, directeur de l'école d'agriculture de la Rütti, expose des expériences récentes faites sur l'*alimentation du bétail*.

M. le prof. ANDEREGG, de Berne, attire l'attention de la section sur le peu de précision de la classification de notre bétail en *race tachetée*, *race brune et race de montagne*, sur la difficulté qu'on rencontre souvent à définir certains types et l'utilité qu'aurait une étude complète morphologique, physiologique et historique du sujet. Il pense que la Société helvétique des Sciences naturelles serait bien qualifiée pour provoquer les études préparatoires auxquelles devrait succéder un congrès d'éleveurs de toutes les parties de la Suisse et une exposition générale de tous les types de bétail de mon-

tagne. On arriverait ainsi peu à peu à une classification réellement scientifique de notre bétail.

M. LEDERREY, de Berne, inspecteur des *stations d'essais agricoles suisses* parle de l'organisation de ces établissements et décrit en particulier la station fondée par l'autorité fédérale en mars 1897 au Liebfeld.

M. le prof. KELLER, de Zurich, étudie l'influence fâcheuse des galles sur certains végétaux et montre en particulier le mal que font les *galles des Cynipides* dans les forêts. Il étudie entre autres les galles de *Pediaspis aceris* qui se développent sur les érables, non seulement sur les feuilles mais aussi sur les fleurs où elles occasionnent une atrophie partielle des ovaires et des étamines.

M. COAZ, inspecteur en chef des forêts fédérales, parle des *ravages occasionnés par les avalanches*, des moyens d'y remédier, et des dépenses considérables faites dans notre pays pour cela.

M. le D[r] LIECHTI, directeur de la Station d'essais bernoise, analyse les méthodes expérimentales employées pour apprécier les *quantités d'engrais réclamées pour chaque sol.*

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

W. Feuerstein et St. v. Kostanecki. Synthèse de la Flavone (*Berichte* XXXI p. 1757, Berne).

MM. Emilewicz et von Kostanecki (*Archives* t. VI p. 90) ont obtenu précédemment des flavones en traitant par la potasse alcoolique les dérivés acétylés des dibromures des cétones non saturées et ortho-hydroxylées dans le résidu cétonique. Ils avaient jusqu'ici préparé des dérivés de la flavone mais ils se sont proposés d'obtenir de cette manière au moyen du dibromure de 2' acétoxybenzalacétophénone la flavone, elle-même. En faisant réagir la potasse alcoolique sur ce composé on pouvait supposer qu'il se formerait la benzalcumaranone qui est déjà connue :

$$C_6H_4 \langle {}^{O}_{CO} \rangle C = CH.C^6H^5 \quad \text{ou la flavone} \quad C_6H_4 \langle {}^{O}_{CO} \rangle {}^{C.C^6H^5}_{CH.}$$

En réalité c'est cette dernière qui prend naissance. Elle cristallise dans la ligroïne en aiguilles, fusibles à 97° ; elle est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans tous les véhicules organiques ; l'acide sulfurique concentré la dissout en jaune avec une faible fluorescences bleue. D'après les observations faites par l'un des auteurs sur la décomposition des dérivés de la flavone sous l'influence de la potasse en fusion, décomposition qui se passe de telle manière que le noyau pyronique est scindé avec addition d'une molécule d'eau à la place où est fixé l'atome d'oxygène lié à la manière d'un éther, on devait s'attendre à retrouver dans les produits de décomposition de la flavone elle-même de l'o-benzoylacétophénol, puis de l'o-oxyacétophénone et de l'acide benzoïque ainsi que de l'acide salicylique et de l'acétophénone provenant d'une décomposition ultérieure des premiers produits. Les auteurs ont constaté dans les produits de la décomposition alcaline la présence de ces quatre derniers composés, ce qui prouve que l'o-benzoylacétophénol dont ils proviennent s'y trouvait aussi. L'action d'une solution d'alcoolate de sodium sur la flavone a donné lieu à une scission nette en o-oxyacétophénone et acide benzoïque, scission qui était aussi prévue par les expériences antérieures. F. R.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 18 juin 1898.

C. Dusserre. Les sols arables de la commune de l'Isle. — Aug. Forel. La parabiose chez les fourmis. — J. Dufour. Les glandes perlées de la vigne. — Guillemin. Le scrutateur électrique. — E. Wilczek. Sur le citron.

M. C. Dusserre a fait ***une étude des sols arables de la commune de l'Isle.*** L'analyse calcimétrique a porté sur une cinquantaine d'échantillons.

La partie plate située à l'est-sud-est du village est formée par des terres fortes provenant de l'argile déposée par les glaciers ; elles sont, à de rares exceptions près, complètement dépourvues de calcaire, de même que le sous-sol. La proportion de chaux totale, 2,6-2,9 °/₀₀, sous forme d'autres combinaisons, est à peine suffisante pour nourrir les végétaux. L'application des amendements calcaires: chaux, marnes doit y donner de bons résultats. Ces sols étant très pauvres en acide phosphorique, l'emploi des scories Thomas est indiqué. Ces terres sont relativement riches en potasse, 14-17 gr. °/₀₀; la plus grande partie est à l'état insoluble et constitue ainsi une réserve; l'emploi des engrais potassiques y serait peu avantageux. La proportion d'argile ne dépasse guère 10 °/₀₀, grâce à l'absence du calcaire celle-ci déploie ses effets au maximum.

La portion du territoire située à l'ouest et au nord est formée de terrains jurassiques mélangés à du glaciaire. Les terres y sont plus légères, plus chaudes dans les parties où

l'élément calcaire joue son rôle. Sa proportion varie de 0 à 40 °/₀. L'urgonien affleure sur une bande d'une certaine longueur allant du sud-est au nord-est; grâce à sa difficile décomposition, il ne s'est formé à sa surface qu'une mince couche de terre végétale, recouverte d'un maigre gazon.

La partie ouest est formée par de l'erratique jurassien: graviers galets, sables, mélangés aux apports glaciaires, la décomposition de ces divers éléments a donné un sol mitigé, plutôt sec et généralement pourvu de calcaire.

Le territoire plat entourant la Venoge est constitué en grande partie par les alluvions du ruisseau de Cherjaulaz. Ces alluvions d'origine jurassique ont donné des terres tantôt graveleuses, tantôt limoneuses, mais relativement riches en calcaire, 24-40 °/₀₀. Elles sont plus riches en acide phosphorique, plus pauvres en potasse que le sol de la partie Est.

M. le Dr Aug. Forel. *La parabiose chez les fourmis.*

Il s'agit du fait suivant observé pour la première fois par moi-même dans les forêts de Colombie, au printemps 1896, dans le voyage que j'y fis avec M. le prof. Bugnion. J'observai souvent deux espèces de fourmis de genres et même de sous-familles différentes, un *Dolichoderus* et un *Cremastogaster*, tous d'un noir luisant, le premier beaucoup plus grand et plus large que le second et de forme très différente, courant en files communes et en paix parfaite. Les files étaient très longues et serrées, de sorte que les fourmis se rencontraient à chaque instant. Les deux espèces allaient fourrager sur les arbustes, les *Cremastogaster* recherchaient surtout des pucerons ou des coccidées, les *Dolichoderus* des sucs de plantes. Aussi, vers leurs extrémités, les files se divisaient-elles, chaque espèce allant à son but spécial. Je finis par découvrir sur le tronc d'un Mangier un gros nid de termites qui avait été conquis par les deux espèces de fourmis en question, et leur servait d'habitation commune d'une façon inconnue jusqu'à aujourd'hui. Le nid était habité tel que les termites l'avaient fait, sans aucune adjonction. Nulle part il n'y avait mélange des deux espèces de fourmis. Quelques coins du nid étaient encore habités par les

termites. Mais les cases et galeries étaient occupées, soit par des *Cremastogaster*, soit par des *Dolichoderus*, chacun avec leurs femelles, mâles et nymphes. Chaque espèce avait donc son ménage à part, au contraire de ce qui se passe dans nos fourmilières mixtes des *Polyergus* et *Formica*; mais toutes les cases et galeries occupées par l'une des deux espèces avait accès dans celles occupées par l'autre espèce; les appartements de chacune s'entrelaçaient avec ceux de l'autre. Donc le cas est tout autre que celui de nos nids doubles ou composés d'Europe, où deux ou plusieurs espèces *ennemies* entrecroisent bien leurs galeries en partie, mais sans les faire communiquer. Il s'agit ici d'une association pacifique pour le logement et les files qui vont fourrager, mais sans mélange ni ménage commun, c'est-à-dire d'une vie indépendante à côté l'une de l'autre. De là le nom de parabiose que j'ai cru pouvoir appliquer à ce genre d'association. Quoique très fréquente, la parabiose de ces deux espèces n'est pas constante; j'ai aussi trouvé des nids de chaque espèce isolée.

M. Jean Dufour fait part de ses observations sur les *glandes perlées de la vigne*. Ces productions ont la forme de poils arrondis, ressemblant à des gouttes de rosée; on les trouve principalement sur les jeunes pousses, au printemps, soit sous les feuilles soit sur les nœuds. Elles sont du reste peu visibles et manquent fréquemment chez la vigne normale. Mais dans certaines circonstances on les voit se développer en plus grand nombre, ainsi dans les vignes cultivées en serre. Il en est de même lorsqu'on place une cloche de verre sur un cep en y faisant pénétrer un ou deux rameaux de vigne; ceux-ci se développant dans une atmosphère humide se couvrent bientôt de glandes perlées.

M. Dufour décrit la constitution anatomique de ces glandes et énumère les diverses théories émises sur leur rôle physiologique. Il suppose qu'elles servent peut-être d'organe de sécrétion, car l'huile qu'elles contiennent augmente peu à peu à mesure que la glande s'accroît et reste dans les cellules centrales jusqu'à ce qu'elle se dessèche.



M. le colonel GUILLEMIN présente à la Société le ***scrutateur électrique de Guillemin et Cauderay.***

M. WILCZECK entretient l'assemblée du ***développement anormal d'un fruit de citron.***

Séance du 6 juillet.

A. Borgeaud. **Sur une larve de nématode de l'intestin du bœuf. — H. Schardt. L'origine des sources vauclusiennes du Mont de Chamblon. — J. Amann. Sur le dosage de l'acide urique. — Le même. Un nouvel azotomètre. — Le même. La nouvelle jumelle marine de Zeiss à oculaire-revolver. — S. Aubert et F.-A. Forel. Essais de coloration des eaux de l'entonnoir du Pré-de-Bière. — F.-A. Forel. Sur les sables des lacs. — H. Mœhlenbruck. Hétoscope pour machines. — Lugeon. Carte géologique des Beauges.**

M. A. BORGEAUD présente une ***note sur un parasite peu connu de l'intestin du bœuf.*** L'intestin grêle de quelques bœufs de race charolaise paraissait recouvert d'un très grand nombre de nodules d'une grosseur variant entre celle d'un grain de blé et celle d'un noyau de cerise. Ces nodules sont tous placés sur le parcours des vaisseaux sanguins des parois intestinales. Ils sont bien délimités mais ont conservé des adhérences avec les tissus avoisinants. Ils possèdent une capsule résistante et un contenu qui le plus souvent a subi la dégénérescence caseuse, beaucoup sont calcifiés. A cause de la grande analogie de ces nodules avec des tubercules, nous y avons recherché le bacille de Koch. Nos recherches ont été vaines, mais par contre nous avons trouvé un nématode aux états larvaire et embryonnaire, dont nous avons pu isoler une quinzaine d'exemplaires.

L'embryon a 105 μ de long., le corps blanc, cylindrique filiforme, la tête est petite, obtuse, la bouche ronde. Il se rencontre dans les plus petits nodules. Nous n'en avons vu que deux exemplaires.

La larve est plus grande et se rencontre fréquemment, elle mesure 3^{mm}. Son corps est blanc, cylindrique, raide. Tête globuleuse droite et tronquée, bouche orbiculaire cupuliforme, bulbe œsophagien bien développé, extrémité caudale en

pointe terminée par un bouton. L'anus est entouré d'un bourrelet et il n'y a pas de traces d'organes génitaux. Jusqu'ici ce parasite n'a été décrit qu'une fois par Drechsler, directeur des abattoirs de Munich, et étudié par Saake et Bollinger.

Il n'a pas encore été décrit en France et pourtant sur dix bœufs charolais examinés quatre portaient des lésions dues à ce parasite, alors que sur 300 bœufs d'origine suisse examinés à la même époque nous n'avons rien trouvé.

La détermination exacte de ce parasite n'est pas facile car nous n'avons pas découvert d'individu adulte. La forme de la bouche nous fait présumer que nous avons affaire à un sclérostome se rapprochant beaucoup du *sclerostomum hypostomum* qui se rencontre chez le mouton et la chèvre.

L'invasion de ce parasite doit se faire par les vaisseaux sanguins, mais nous pensons qu'il ne peut occasionner des troubles graves, tous les bœufs sur lesquels nous l'avons rencontré étaient gras et n'offraient pas de symptômes morbides.

M. H. Schardt expose à la Société les résultats de ses essais de coloration, tendant à expliquer *l'origine des sources du Mont de Chamblon*. Il explique quelles sont les raisons qui l'ont amené à considérer ces sources comme ne provenant pas directement de la montagne où elles émergent. Leur débit, la surface du bassin, la structure géologique du terrain s'opposent à cette conclusion et, déjà en 1887, M. Schardt exprimait la supposition que leur origine était à rechercher dans l'infiltration d'eaux du Jura passant sous la colline de Champvent. Pour arriver à une démonstration positive, M. Schardt a introduit dans l'entonnoir de Baulmes le lundi premier mai à 11 heures du matin deux kilogrammes de fluorescéine. Or, le mercredi 3 mai, à la première heure, on apercevait la fluorescence verte aux fontaines de Mathod alimentées par la source de la grange Décoppet. De même les sources du Moulinet offrirent vers 5 heures déjà une superbe fluorescence verte. Plusieurs personnes purent remarquer l'après-midi une faible fluorescence verte aux sources du Moulin Cosseau. La durée du trajet souterrain de l'eau du marais de Baulmes jusqu'au Mont de Chamblon n'est donc pas inférieure à 40 heures.



Afin de connaître les conditions détaillées de l'apparition de la couleur et son intensité pour chaque source, il fut fait un essai identique le vendredi 20 juin, à 1 heure du soir. Le dimanche à 7 heures, soit 42 heures après, la fluorescence apparut à la source de la grange Décoppet et aux fontaines de Mathod. Deux heures plus tard les sources du Moulinet en présentèrent les premières traces, ce n'est qu'à 5 heures du soir que la première trace fut visible aux sources du moulin Cosseau et des Huttins. La source de la Blancherie seule n'a offert aucune trace de fluorescence ni le jour même, ni le lendemain. Des échantillons ont été recueillis pendant les constatations atin de faire reconnaître la proportion de la matière colorante par la comparaison avec des solutions titrées. M. H. Schardt décrit l'appareil très simple qui lui permet de reconnaître la présence de fluorescéine jusqu'à la dilution de un *dix-millardième*, soit un gramme dans 10 000 mètres cubes d'eau.

M. Jules Amann décrit une nouvelle méthode, à la fois expéditive et exacte, de dosage de l'*acide urique*, comme suit :

Précipiter l'acide urique au moyen d'une solution titrée de sulfate de cuivre ammoniacale, et doser l'excès de cuivre par l'iode qu'il met en liberté d'après l'équation.

$$2Cu\,SO_4 + KJ = 2K_2\,SO_4 + Cu_2\,J_2 + J_2.$$

L'urine doit être débarrassée auparavant des phosphates précipitables par les alcalis au moyen de 10 °/₀ d'une solution saturée de carbonate de sodium.

Après précipitation de l'urate de cuivre (urate cuivreux $C_5\,H_3\,N_4\,O_3\,Cu$), on décante ou filtre 10cc. du liquide, ajoute 2cc. H_2SO_4 concentré, puis, après refroidissement, 5cc. d'une solution au 20°/₀ de KJ; après dix minutes, on ajoute un peu de solution d'empois d'amidon comme indicateur, puis un excès de solution décinormale de thiosulfate et titre enfin cet excès de thiosulfate par la solution décinormale d'iode. La solution de sulfate de cuivre ammoniacale est titrée de la même manière une fois pour toutes.

On déduit la quantité d'acide urique de celle du cuivre

employé pour le précipiter, sachant que 1 gramme urate de cuivre correspond à 0,726 grammes acide urique.

Le dosage de solutions titrées d'acide urique pur, par cette méthode, a donné des résultats exacts à un centième près de la quantité d'acide urique employée. Il dure 30 minutes.

M. Amann décrit ensuit un *nouvel azotomètre* qu'il a imaginé et qui peut du reste servir non seulement au dosage de l'urée, mais aussi de l'acide carbonique et d'autres gaz.

Cet appareil se compose en substance de deux burettes de Schellbach de 50cc., graduées au $^1/_{10}$ de centimètre cube, communiquant par le bas entre elles et à un troisième tube de même hauteur mais de diamètre un peu plus grand. Le tout forme ainsi un système de trois tubes communiquants. Les deux burettes doivent être de diamètre exactement égal, de sorte que leurs divisions sont rigoureusement égales.

L'une des burettes est fermée à son orifice supérieur par un bouchon à tubulure simple qui communique, au moyen d'un tube muni d'un robinet à 3 voies, au réfrigérant composé d'un serpentin de verre immergé dans de l'eau.

L'autre extrémité du serpentin est en communication avec le flacon où se fait la réaction. Ce flacon peut être immergé dans le vase qui contient le serpentin.

Pour le dosage de l'urée, la manœuvre est la suivante:

1° Ouvrir le robinet à 3 voies (communication des burettes avec l'air extérieur).

2° établir le niveau de l'eau à 0 dans les deux burettes en élevant ou abaissant le tube non gradué ;

3° mesurer, au moyen d'une pipette, 2cc. de l'urine et l'introduire dans un petit tube spécial;

4° placer le petit tube avec l'urine de manière à ce qu'il flotte sur le réactif (hypobromite de soude et soude caustique) contenu dans le flacon à réaction.

5° boucher hermétiquement le flacon à réaction ;

6° fermer le robinet à 3 voies de manière à établir la communication entre le flacon à réaction et la burette ;

7° abaisser le tube non gradué pour produire la raréfaction de l'air dans la burette;

8° mélanger l'urine au réactif en inclinant et agitant doucement le flacon à réaction, puis placer celui-ci dans l'eau, à l'intérieur de la spirale du serpentin;

9° après quelques minutes, rétablir l'équilibre de niveau dans les deux burettes ou moyen du tube non gradué;

10° faire la lecture du volume de gaz dégagé;

Au lieu de réduire ce volume de gaz à la pression et à la température normales et de faire les corrections relatives à la tension de la vapeur d'eau, on répétera immédiatement l'opération avec 2cc. d'une solution au 1% d'urée chimiquement pure.

Cet appareil présente l'avantage d'une mesure très exacte du volume de gaz dégagé et permet, grâce à la graduation identique des deux burettes, l'égalisation rigoureuse des pressions intérieures et extérieures.

M. Amann présente enfi et démontre la nouvelle *Jumelle marine de Zeiss à oculaire-revolver* permettant d'obtenir, à volonté, un grossissement de 5 ou 10 diamètres et un champ visuel de 6°,5 ou 3°,4, soit, à un kilomètre de distance, 113 ou 60 mètres. L'effet stéréoscopique est, suivant le grossissement employé, de 10 ou 20 fois celui de la vision binoculaire simple. Grâce à l'ouverture relativement considérable de l'objectif (25 mm.), la clarté du champ est très considérable, permettant d'opérer même de nuit.

MM. S. Aubert et F.-A. Forel ont répété le 29 mai 1898 l'essai de coloration des eaux de l'entonnoir du Pré-de-Bière entre le Brassus et le Marchairuz, 8 kilog. de solution de fluorescence au 25 % ont été versés dans l'eau. Malgré une surveillance attentive et longtemps prolongée des fontaines et sources du versant sud oriental de la Vallée de Joux, en particulier de la fontaine de l'Orient de l'Orbe qui dans l'expérience du 5 novembre 1897 avait, dit-on, montré des indices de couleur verte, aucune trace de fluorescence n'a été signalée jusqu'à ce jour. Le résultat de l'expérience est nul.

M. F.-A. Forel présente quelques séries d'échantillons de

sa *collection de sables*. Il s'attache en particulier à démontrer deux faits :

1° Tandis que les sables de la grève sont souvent fort différents d'un lac à l'autre, les sables du même lac ont une composition très semblable; les variations locales dans le même lac sont faibles en comparaison des différences considérables que présentent les sables de deux bassins lacustres distincts. La composition des sables d'un lac correspond à la nature minéralogique du bassin d'alimentation.

2° Les sables dragués sur la beine du Léman (beine, terrasse littérale immergée) sont arrondis et roulés, leurs grains se rapprochent plus à la forme sphéroïdale que ceux de la grève. En plusieurs localités, sables de la beine de Morges, de Préverenges, de la beine du lac de Neuchâtel devant Estavayer, etc., les grains de sable sont encroûtés d'un revêtement calcaire, et présentent souvent les traces d'une agglutination, commencement de ce qui doit amener à la formation d'un grès ou d'une mollasse.

M. H. Mœhlenbruck présente un *sthétoscope pour machine* composé d'une tige d'aluminium de 12^{mm} de diamètre et de 400^{mm} de longueur, il est terminé à ses extrémités d'un côté par un pavillon de 40^{mm} de diamètre, repoussé dans le métal et de l'autre par une petite sphère de 14^{mm}, cette dernière est destinée à être mise en contact avec l'objet à ausculter. Les résultats obtenus avec cet appareil ont dépassé toute attente car l'on distingue nettement les irrégularités de marche dans des soupapes de machines ou dans les roulements de pièces mécaniques.

M. le professeur Greiner pour lequel le premier exemplaire a été fait, lui a donné le nom de baguette auscultatrice.

M. Maurice Lugeon. *Carte géologique d'Albertville.* — L'atlas géologique de la France au 1 : 80000 avance à grands pas depuis une dizaine d'années. Les Alpes, en particulier, seront très probablement achevées en 1900, formant un ensemble de toute beauté dont l'utilité n'échappera à personne. Une nouvelle feuille vient de paraître, celle d'*Albertville* (feuille

n° 169 bis). Sept collaborateurs ont travaillé de 1889 à 1896 sur cette feuille, dont la plus grande partie a été levée par les géologues suisses. Les collaborateurs sont : MM. Marcel Bertrand, Kilian, Haug, Offret, Paquier, Ritter et Lugeon.

On distingue aisément cinq grandes régions naturelles.

M. Lugeon a levé toute la région des Bauges et le massif de la Tournette et en collaboration avec M. Haug, le massif de Sulens, célèbre par des dislocations d'une extrême puissance, soit en tout environ 600 kilomètres carrés.

Le massif du Mont-Blanc et son extrémité sud a été dessiné avec un grand soin et un très grand mérite par M. Ritter, privat-docent à l'Université de Genève. Le mémoire explicatif de cette grande étendue a fait connaître les grands plis couchés dont elle est formée; les amorces de ces plis forment une série de bandes parallèles descendant au sud-ouest vers la Maurienne. A l'est, la bande houillère du Briançonnais et le massif métamorphique de l'Aiguille du Midi ont été levés par MM. Marcel Bertrand et Kilian. On doit à M. Offret tout l'angle cristallin formé par l'Isère.

M. Lugeon indique en outre quels sont les divers plis qui forment les Bauges, plis remarquables par leur simplicité et leur obliquité vis à vis de la direction générale de la chaîne. Il rappelle en outre les idées qu'il a émises relativement à l'histoire des cours d'eau dans cette région des Alpes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 3 novembre 1898.

Amé Pictet. Sur la réduction de la nicotyrine. — J.-L. Prevost. Contribution à l'étude des trémulations fibrillaires du cœur électrisé. — A. Rovida. Sur les résultats de MM. A. Le Royer et P. van Berchem et ceux de M. O. Murani avec les cohéreurs. — F. Reverdin. Emploi du carbure de calcium dans l'analyse chimique.

M. Amé Pictet présente une communication sur la *réduction de la nicotyrine*, comme contribution à ses recherches sur la synthèse de la nicotine [1].

Le prof. Dr Prevost fait une communication intitulée *Contribution à l'étude des trémulations fibrillaires du cœur électrisé* qu'il résume dans les conclusions suivantes :

1° En confirmation de ce qui est déjà connu, j'ai observé que le phénomène des trémulations fibrillaires que produit l'électrisation du cœur, manque chez les animaux à sang froid et est variable selon les espèces chez les animaux à sang chaud.

2° Chez le chien les trémulations sont on le sait habituellement suivies de paralysie définitive du cœur. J'ai constaté des exceptions soit chez de jeunes chiens, soit chez des chiens adultes à la suite de l'injection de bromhydrate de conicine et surtout en mélangeant cette substance au sang

[1] Le mémoire de M. Pictet paraîtra dans un des prochains numéros des *Archives*

que l'on injectait dans des cœurs isolés et maintenus en contraction par la circulation artificielle.

3° Il est impossible de produire des trémulations fibrillaires durables chez le rat blanc, quel que soit son âge : Le cœur reprend son rythme aussitôt que l'on cesse l'électrisation.

4° Chez le cochon d'Inde adulte, mâle ou femelle, qui a atteint le poids de 800 à 1000 grammes, le cœur se met en trémulations et est paralysé par l'électrisation à moins que l'on entretienne la vie par la respiration artificielle et le massage du cœur. Dans ce cas, au bout d'un temps plus ou moins long, quelquefois de 10 à 15 minutes, le cœur reprend habituellement, mais pas toujours ses contractions rythmiques.

Chez le cochon d'Inde du poids inférieur à 400 ou 500 grammes, qui est cependant adulte, puisque plusieurs femelles expérimentées portaient, l'électrisation du cœur ne provoque qu'une crise momentanée de trémulations, le cœur se rétablit dans la première minute qui suit l'électrisation.

5° Chez le lapin, le chat, le pigeon, les résultats ont varié.

6° Le rétablissement du cœur qui trémule se fait brusquement. Il est précédé d'un temps d'arrêt diastolique comparable à celui que produit l'électrisation du nerf vague. Au bout de environ une seconde d'arrêt le rythme se rétablit d'abord lent et irrégulier, puis normal après quelques secondes.

7° Le cœur électrisé une première fois subit une accoutumance bien caractéristique surtout chez le cochon d'Inde et des électrisations successives provoquent des phases de trémulations de moins en moins durables.

Cette accoutumance n'est que momentanée car en laissant reposer l'animal, on voit réapparaître la possibilité de provoquer une phase prolongée de trémulations.

8° La production de trémulations sur des cœurs enlevés du corps et privés de circulation paraît difficile à interpréter par la théorie de la contraction des vaisseaux coronaires proposée par Kronecker, d'autant plus que ces cœurs peuvent

souvent reprendre leur rythme et leurs fonctions physiologiques après avoir trémulé, quand on les soumet à l'irrigation sanguine.

Le secrétaire donne communication d'une note de M. le prof. ROVIDA, à Urbino, sur les *résultats de MM. A. Le Royer et P. van Berchem et ceux de M. O. Murani avec les cohéreurs*. MM. Le Royer et van Berchem ont exécuté les premiers des expériences avec des cohéreurs sur les radiations données par un oscillateur particulier du genre de celui de Hertz, dans le but de constater la longueur d'onde de l'oscillateur. Ils ont trouvé l'existence de nœuds et de ventres sur le parcours d'une onde réfléchie sur sa propre direction par un écran normal à la propagation. La longueur d'onde mise ainsi en évidence serait celle de l'oscillateur tandis que les cohéreurs seraient dépourvus d'une période propre. M. Murani a fait des expériences analogues, mais ses résultats ne concordent pas avec ceux des premiers auteurs, car sauf à la paroi où il trouve un nœud, il ne trouve ni nœud, ni ventre ailleurs. Pour cet auteur l'absence des nœuds et des ventres est explicable aussi bien dans l'hypothèse d'une vibration composée que dans l'hypothèse d'une vibration très amortie. Ces conclusions porteraient un coup de grâce aux résultats expérimentaux de MM. Le Royer et van Berchem. M. Rovida émet l'idée que la différence de ces résultats pourrait s'expliquer par la considération suivante :

Dans ses premières expériences et avant d'avoir adopté son écran parabolique, Hertz employait indifféremment des résonateurs rectilignes et circulaires. Les premiers étaient capables de révéler seulement l'onde électrique, les seconds selon leur orientation par rapport à l'oscillateur pouvaient révéler tantôt l'oscillation électrique, tantôt la magnétique, tantôt enfin toutes les deux ensemble. Dans ce dernier cas, Hertz lui-même a constaté un nœud électrique sur la paroi réfléchissante et un ventre magnétique un peu au delà de cette paroi. Dans les autres positions du résonateur entre l'écran et l'oscillateur, il y avait une com-

pensation entre l'intensité des deux espèces de vibrations, et l'étincelle du résonateur circulaire conservait toujours le même éclat. Sans rien modifier dans les conditions de l'excitateur, Hertz révéla également deux séries distinctes de nœuds et de ventres à l'aide de résonateurs rectilignes ou circulaires convenablement disposés dans certains azimuths. Or si l'oscillateur de MM. Le Royer et van Berchem et celui de M. Murani donnaient dans leurs expériences les deux séries de vibrations comme dans les expériences de Hertz, les résultats de M. Murani s'expliqueraient en admettant que le cohéreur révèle les deux espèces de vibrations en même temps, et ceux de Le Royer et van Berchem en admettant que le cohéreur révèle seulement une espèce de vibration, magnétique, ou électrique.

Or l'oscillateur de MM. Le Royer et van Berchem doit donner les deux espèces d'onde et d'après les expériences de l'auteur, celui de Righi employé par Murani semble les donner également. En effet, M. Rovida a construit pour l'étude de l'oscillateur Righi des petits résonateurs constitués par un dépôt d'argent poli à l'intérieur d'anneaux de verre de 2 cm. de diamètre et de 2 mm. d'épaisseur, dépôt sur lequel la distance explosive était produite par une fine rayure. Ces résonateurs fonctionnaient très bien en position électrique, magnétique et double avec une glace parabolique et aussi sans cette glace. Toutefois l'auteur ne peut encore attribuer à ses résultats une grande rigueur scientifique, car il y a de grandes difficultés à trouver une parfaite résonance des nouveaux résonateurs avec l'ancien oscillateur de M. Righi. M. Rovida se réserve de publier les résultats rigoureux de ses travaux.

Si les deux ondes sont en effet produites par les oscillateurs, il s'agirait de rechercher pourquoi le cohéreur de MM. Le Royer et van Berchem ne révèle qu'une onde et celui de M. Murani les révèle toutes les deux. M. Rovida admet que l'énergie du courant engendré dans le champ double, c'est-à-dire champ électrique et champ magnétique croisés, est égale à la somme des énergies des deux courants, engendrés par chacun des champs et que les

deux courants sont capables également d'agir sur un galvanomètre d'Ampère. Comme le cohéreur ou résonateur de M. Murani est très semblable à un oscillateur hertzien, on pourrait en conclure pour expliquer les résultats de ses expériences que : deux champs croisés produits par un oscillateur hertzien engendrent deux courants qui s'additionnent dans un résonateur semblable à un oscillateur hertzien. Quelle est la cause qui empêche le cohéreur de MM. Le Royer et van Berchem d'engendrer le courant dû à l'un des champs? Ce n'est pas l'isolant, puisque les deux espèces de cohéreurs ne renferment que de la limaille conductrice. Il reste la présence des deux petits aimants dont leur cohéreur est formé.

De là, deux explications : 1° ou bien les aimants donnent aux particules de limaille une orientation préliminaire, et le courant naît à la suite d'une certaine orientation des particules, orientation qui serait empêchée par celle donnée par les aimants; cette explication n'est pas très vraisemblable, parce que les particules de limaille devraient fonctionner comme résonateurs et il est évident que leur période est beaucoup plus petite que les périodes de l'oscillateur qui les met en mouvement; 2° ou bien le courant dans le galvanomètre est la somme d'un courant d'induction magnétique qui naît également dans les aimants de Le Royer et van Berchem et dans les fils de cuivre du cohéreur de Murani, courant auquel s'ajoute le courant de décharge de la limaille chargée par le champ électrique. Les attractions et répulsions de ces charges produisent la nouvelle disposition de la limaille et font naître le courant de décharge pour autant qu'il dépend du champ électrique. Or dans le cohéreur de MM. Le Royer et van Berchem, la limaille peut, grâce aux aimants qui renforcent et accélèrent l'effet magnétique se placer dans la position qu'elle prend quand le courant passe, avant que les particules de fer, peu conductrices, aient le temps de se charger statiquement. Il est évident qu'après la nouvelle distribution de la limaille, l'effet du champ électrique doit donner un cou-

rant beaucoup plus faible et qui ne changera pas sensiblement les nœuds et les ventres de l'effet magnétique.

M. Rovida croit que l'emploi d'aimants au lieu de fils doués de self-induction peut introduire des perturbations dans les expériences de MM. Le Royer et van Berchem, aussi bien que l'emploi de fils de cuivre, tout à fait dépourvus d'un coefficient de self-induction, peut empêcher l'un des effets composants du phénomène-Murani. Unfort coefficient de self-induction, sans les effets de susceptibilité magnétique, doit être la cause la plus simple du phénomène Le Royer et van Berchem. Il n'est pas possible d'attribuer seulement un rôle perturbateur à l'aimantation, sans que toute distinction vienne à manquer entre les sus-dits phénomènes et celui de M. Murani.

M. Frédéric Reverdin signale l'emploi que l'on peut faire dans certains cas du carbure de calcium dans l'analyse chimique pour déceler l'eau et peut-être même la déterminer quantitativement. Ayant eu à rechercher l'eau dans un échantillon d'eugénol, il a ajouté à ce liquide introduit dans un tube à réaction quelques morceaux de carbure, il s'est dégagé immédiatement de l'acétylène, le liquide s'est troublé puis le dépôt de chaux hydratée est devenu si épais que l'on pouvait au bout de quelque temps retourner le tube sans que le liquide s'échappe. En faisant cette opération avec des quantités pesées et en prenant comme témoin un eugénol complètement privé d'eau on a constaté qu'il fallait ajouter **2** à **2** $^1/_2$ $^0/_0$ d'eau pour déterminer le même phénomène. Il y aura lieu d'examiner si cette méthode peut être généralisée.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

NOVEMBRE 1898

Le 1er, pluie depuis minuit jusqu'à 7 h. du soir.
2, forte bise à 10 h. du matin ; rosée le soir.
3, très forte rosée et brouillard bas le matin ; très forte rosée le soir.
4, très forte rosée le matin.
5, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 9 h. du soir ; pluie à 4 h. 30 m. et à 8 h. du soir.
6, forte bise à 1 h. du soir.
7, brouillard depuis 7 h. du soir.
8, brouillard jusqu'à 10 h. du matin. et depuis 9 h. du soir.
9, brouillard pendant tout le jour.
10, brouillard pendant tout le jour.
11, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 9 h. du soir ; forte rosée à 7 h. du soir ; très forte rosée à 10 h. du soir.
12, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
13, pluie pendant la nuit jusqu'à 10 h. du matin ; brouillard depuis 7 h. du soir.
14, brouillard à 7 h. du matin.
15, brouillard à 7 h. du matin.
16, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
17, légère pluie à 5 h. du matin ; pluie depuis 7 h. 30 m. à 9 h. du matin ; brouillard à 7 h. du matin et depuis 9 h. du soir ; forte bise à 4 h. et à 7 h. du soir.
19, brouillard à 7 h. du matin ; forte rosée le soir.
20, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir ; couronne lunaire à 6 h. 30 m. du soir.
21, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
22, pluie pendant tout le jour ; brouillard enveloppant à 7 h. du matin.
23, pluie pendant tout le jour ; brouillard à 10 h. du matin.
24, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir ; pluie depuis 9 h. du soir ; neige sur les Pitons, le Môle, le Jura et les Voirons jusqu'à 1100 m.
25, brouillard à 7 h. du matin ; pluie à 10 h. du matin, à 7 h. et à 9 h. du soir.
26, nouvelle neige sur le Salève ; pluie depuis minuit jusqu'à 3 h. du matin et depuis 9 h. du soir ; fort vent à 1 h. du soir.
27, pluie pendant la nuit, à 10 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir ; très fort vent à 1 h. du soir ; fort vent à 4 h. du soir.
28, pluie depuis 9 h. du soir.
29, pluie depuis minuit jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir ; à 7 h. 58 m. du matin, giboulée de grésil.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	728,70	Le 1er à 4 h. matin	722,35
3 à 4 h. matin	731,57	2 à 3 h. matin	729,00
5 à 11 h. soir	726,45	5 à 1 h. soir	724,49
9 à 10 h. matin	732,47	9 à 5 h. soir	731,20
12 à minuit	729,40	12 à 10 h. soir	726,20
16 à minuit	734,16	15 à 2 h. matin	733,00
18 à 11 h. soir	729,90	17 à 4 h. soir	727,35
20 à 10 h. matin	732,62	20 à 4 h matin	731,30
23 à minuit	718,75	21 à 11 h. soir	723,80
24 à minuit	709,00	25 à 6 h. soir	704,38
27 à 10 h. soir	716,06	30 à minuit	719,80
29 à 11 h. soir	719,67		
30 à 11 h. soir	728,34		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM.	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIERES Pellegrin	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY P. Pelletier
Total.	mm 142.4	mm 116.0	mm 107.5	mm 134.0	mm 116.5	mm 122.5*	mm 138.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 32h 55m.

* Les 83mm,0 d'eau tombée à Athenaz pendant le mois d'octobre précédent ont été recueillis du 19 au 31.

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Écart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Écart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièm.: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
1	724,61	— 1,55	722,35	728,70	+10,69	+ 3,72	+ 9,0	+12,4	959	+125	840	1000	16,9	13	NNW. 1	3,3	1,00	...	14,0	+ 2,3	149,7
2	730,12	+ 3,96	729,00	731,46	+ 8,65	+ 1,86	+ 5,0	+12,3	806	— 28	680	960	...	..	NNE. 1	8,8	0,55	3,9	13,6	+ 2,1	155,2
3	730,25	+ 4,10	729,00	731,57	+ 7,44	+ 0,83	+ 1,5	+17,1	882	+ 47	590	1000	...	..	calme	0,6	0,22	8,0	13,3	+ 1,9	151,7
4	727,06	+ 0,90	725,76	728,80	+10,39	+ 3,95	+ 6,6	+16,9	854	+ 19	650	970	...	..	calme	0,6	0,82	4,7	13,2	+ 1,9	150,0
5	725,48	— 0,68	724,49	726,45	+ 8,46	+ 2,20	+ 4,4	+12,4	951	+115	870	1000	1,3	3	calme	0,0	1,00	...	13,0	+ 1,9	151,0
6	725,58	— 0,58	726,73	729,69	+10,50	+ 4,41	+ 8,8	+13,0	859	+ 23	730	970	...	..	NNE. 1	12,8	1,00	1,3	...	.....	152,0
7	729,61	+ 3,44	728,69	730,15	+ 9,56	+ 3,64	+ 7,8	+11,8	823	— 14	750	920	...	..	NNW. 1	5,8	0,87	1,3	13,3	+ 2,4	150,2
8	730,34	+ 4,16	729,90	731,40	+ 8,86	+ 3,12	+ 8,3	+10,4	847	+ 10	800	890	...	..	calme	2,5	1,00	...	13,4	+ 2,7	149,0
9	731,71	+ 5,52	731,20	732,47	+ 8,30	+ 2,73	+ 7,5	+10,0	915	+ 77	880	940	...	..	calme	1,3	1,00	...	13,2	+ 2,6	149,0
10	730,93	+ 4,73	730,04	731,55	+ 8,05	+ 2,65	+ 6,7	+ 9,4	906	+ 68	820	950	...	..	E. 1	1,9	1,00	...	13,0	+ 2,5	147,8
11	730,16	+ 3,95	729,20	731,19	+ 7,41	+ 2,47	+ 5,6	+11,1	904	+ 65	790	980	...	..	calme	0,6	0,65	2,6	13,0	+ 2,7	145,0
12	727,?7	+ 1,55	726,20	729,40	+ 7,47	+ 2,40	+ 6,0	+ 9,7	914	+ 75	840	960	0,5	1	calme	1,9	0,98	0,3	13,0	+ 2,8	146,2
13	728,31	+ 2,07	726,80	730,30	+ 9,13	+ 4,22	+ 6,8	+11,1	984	+144	890	1000	9,9	10	calme	1,9	1,00	...	...	.....	145,0
14	732,49	+ 6,24	730,64	733,54	+ 9,20	+ 4,46	+ 7,2	+11,8	917	+ 77	750	1000	...	..	N. 1	2,9	1,00	...	13,0	+ 3,0	143,8
15	733,52	+ 7,25	733,00	733,95	+ 7,50	+ 2,92	+ 6,6	+ 8,9	885	+ 44	830	940	...	..	var.	5,0	1,00	...	12,8	+ 3,0	142,7
16	732,69	+ 6,4 .	731,10	734,16	+ 6,66	+ 2,24	+ 5,9	+ 8,9	873	+ 32	820	910	...	..	calme	1,1	1,00	...	12,6	+ 2,9	142,1
17	728,83	+ 2,52	727,35	731,00	+ 6,99	+ 2,73	+ 5,7	+ 9,0	889	+ 47	830	930	0,8	2	NE. 1	8,5	1,00	...	12,4	+ 2,8	144,2
18	728,98	+ 2,64	728,56	729,90	+ 7,21	+ 3,11	+ 6,2	+ 8,6	797	— 45	730	840	...	..	NE. 1	14,4	1,00	...	12,3	+ 2,8	142,5
19	731,10	+ 4,74	730,10	732,10	+ 5,75	+ 1,80	+ 0,7	+ 9,6	811	— 32	750	950	...	..	NNE. 1	4,2	0,42	3,1	12,2	+ 2,9	142,5
20	731,84	+ 4,45	731,30	732,62	+ 3,97	+ 0,18	+ 0,8	+ 8,8	938	+ 95	820	990	...	..	E. 1	1,1	0,92	0,7	...	.....	139,0
21	728,40	+ 1,99	723,80	731,90	+ 3,86	+ 0,22	+ 2,8	+ 5,5	941	+ 97	860	980	...	..	SE. 1	1,9	1,00	...	12,0	+ 2,9	139,0
22	720,27	— 6,17	718,83	723,60	+ 4,83	+ 1,34	+ 3,1	+ 6,5	978	+133	960	1000	15,6	17	calme	0,4	1,00	...	11,6	+ 2,6	139,0
23	714,30	—12,17	710,00	718,75	+ 4,79	+ 1,45	+ 3,7	+ 6,1	971	+126	960	1000	6,8	24	var.	1,9	1,00	...	11,4	+ 2,6	137,0
24	707,86	—18,64	706,77	709,00	+ 5,19	+ 1,99	+ 3,7	+ 9,0	924	+ 78	800	970	0,4	3	calme	1,7	1,00	1,1	11,4	+ 2,7	137,0
25	707,14	—19,39	704,38	709,55	+ 5,74	+ 2,68	+ 4,5	+ 7,5	948	+101	900	990	7,8	8	var.	2,9	1,00	...	11,3	+ 2,7	135,7
26	708,46	—18,11	706,00	709,77	+ 6,59	+ 3,67	+ 4,7	+13,8	875	+ 28	750	950	7,4	6	SSW. 1	6,1	0,80	4,1	10,5	+ 2,0	137,2
27	712,22	—13,38	707,10	716,06	+ 6,12	+ 3,34	+ 3,6	+ 9,3	826	— 22	710	950	17,5	11	SSW. 1	12,8	1,00	0,6	...	.....	140,0
28	715,06	—11,58	713,60	715,75	+ 6,94	+ 4,30	+ 5,0	+10,0	744	—104	650	900	4,7	3	calme	2,3	0,82	0,2	10,2	+ 1,9	136,5
29	716,98	— 9,69	714,51	719,67	+ 5,20	+ 2,69	+ 3,0	+ 7,6	891	+ 42	810	970	44,4	19	S SW1	8,8	1,00	...	8,7	+ 0,5	137,0
30	723,77	— 2,94	719,80	728,34	+ 2,09	— 0,29	+ 1,0	+ 3,8	846	— 4	800	920	...	..	S SW1	7,3	0,90	...	8,3	+ 0,2	133,5
Mois	724,96	— 0,89			+ 7,12	+ 2,57			889	+ 56						4,17	0,90		12,18	+2,55	143,68

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,77	728,73	728,86	729,23	728,48	728,41	729,00	729,46
2e »	730,55	730,65	730,79	731,17	730,33	729,98	730,43	730,64
3e »	715,48	715,49	715,74	716,11	715,45	714,93	715,09	715,30
Mois	724,93	724,96	725,13	725,51	724,75	724,44	724,84	725,14

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 8,08	+ 7,68	+ 7,40	+ 9,53	+ 11,72	+ 10,76	+ 9,08	+ 8,47
2e »	+ 6,36	+ 6,73	+ 6,57	+ 7,49	+ 8,77	+ 8,33	+ 6,63	+ 6,16
3e »	+ 4,62	+ 4,45	+ 4,15	+ 4,86	+ 6,81	+ 6,12	+ 5,32	+ 4,74
Mois	+ 6,35	+ 6,29	+ 6,04	+ 7,29	+ 9,10	+ 8,40	+ 7,01	+ 6,46

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	915	924	932	875	781	819	902	894
2e »	918	918	911	883	819	839	913	928
3e »	915	906	917	906	839	863	896	913
Mois	916	916	920	888	813	840	900	912

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+ 6,56	+ 12,57	+ 13,33	0,85	16,2	3,76	18,2	150,56
2e »	+ 5,15	+ 9,75	+ 12,66	0,90	6,7	4,16	11,2	143,30
3e »	+ 3,21	+ 7,91	+ 11,71	0,95	6,0	4,61	104,6	137,19
Mois	+ 4,97	+ 10,08	+ 12,18	0,90	28,9	4,17	134,0	143,68

Dans ce mois l'air a été calme 57,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 1,52 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 57°,4 E. et son intensité est égale à 12,73 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1898.

Le 1er, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; neige à 10 h. du matin et à 1 h. du soir; hauteur de la neige : 20cm,0.

2, brouillard à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

5, brouillard à 1 h. du soir; neige depuis 4 h. du soir; hauteur de la neige : 10cm,0.

6, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir.

7, brouillard depuis 10 h. du matin.

8, brouillard pendant tout le jour.

9, brouillard à 7 h. du matin et à 10 h. du soir.

12, brouillard à 1 h., à 4 h. et à 10 h. du soir; fort vent à 10 h. du soir,

13, brouillard pendant tout le jour; fort vent à 7 h. et à 10 h. du matin.

14, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.

17, neige jusqu'à 10 h. du matin; brouillard depuis 1 h. du soir.

18, brouillard pendant tout le jour; fort vent à 10 h. du soir.

19, fort vent à 7 h. du soir.

22, neige à 10 h. du matin et à 1 h. du soir; hauteur de la neige : 8cm,0; brouillard depuis 4 h. du soir.

23, neige à 7 h. du matin et à 7 h du soir; hauteur de la neige : 15cm,0; brouillard depuis 10 h. du matin à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.

24, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige à 1 h. et à 4 h. du soir; fort vent depuis 4 h. du soir.

25, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir; neige de 1 h. à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir; hauteur : 16cm,0; très fort vent pendant tout le jour.

26, brouillard depuis 1 h. du soir; fort vent jusqn'à 10 h. du matin et depuis 10 h. du soir.

28, brouillard depuis 4 h. du soir; fort vent depuis 4 h. du soir.

29, fort vent jusqu'à 7 h. du soir; brouillard à 7 h. du matin; neige depuis 10 h. du matin; hauteur de la neige : 30cm,0.

30, neige à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin, à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; forte bise à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	563,50	Le 1er à 1 h. soir	561,37
3 à 11 h matin	568 50	3 à 4 h. soir	567.74
5 à minuit	565,40	5 à 7 h. matin	564.60
9 à 4 h. matin	569.70	9 à 5 h. soir	568.90
12 à 1 h. matin	568,10	13 à 4 h. matin	565,85
14 à 11 h soir	570,40	15 à 4 h. matin	569 80
17 à minuit	567,40	17 à 3 h. soir	564.60
20 à 11 h. matin	569,50	20 à 4 h. matin	568.90
24 à 11 h. soir	549,90	23 à 11 h. soir	546,90
30 à 11 h. soir	559,40	24 à 3 h. soir	548,30
		28 à 10 h. soir	554·76
		30 à 4 h. matin	554.00

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm				
1	561.97	— 1.33	561.37	563.50	— 1.55	+ 1.61	— 3.3	+ 2.9	200	35,0	....	NE.	1	1.00
2	563.84	+ 2.61	563.80	568.25	— 2.60	+ 0.70	— 4.6	— 1.8	.....	.....	....	var.		0.70
3	568.19	+ 5.03	567.74	568.50	— 1.62	+ 1.82	— 3.0	— 0.7	.....	.....	....	SW.	1	0.42
4	566.34	+ 3.24	565.65	568.00	— 0.38	+ 3.20	— 3.3	+ 1.9	.....	.....	....	SW.	1	0.10
5	564.89	+ 1.85	564.60	565.40	— 0.72	+ 3.00	— 2.4	+ 0.1	100	30,0	....	SW.	1	0.83
6	565.93	+ 2.95	565.00	567.20	— 0.13	+ 3.73	— 1.3	+ 0.7	.....	.....	....	NE.	1	0.72
7	567.75	+ 4.83	567.30	568.08	— 0.82	+ 3.17	— 1.8	+ 1.5	.....	.....	....	SW.	1	0.98
8	568.47	+ 5.64	568.08	569.30	— 1.02	+ 3.10	— 1.8	+ 2.7	.....	.....	....	SW.	1	1.00
9	569.31	+ 6.51	568.90	569.70	— 0.98	+ 3.27	— 2.3	0.0	.....	.....	....	SW.	1	0.52
10	568.50	+ 5.75	568.12	568.80	— 1.98	+ 2.40	— 3.6	— 1.2	.....	.....	....	SW.	1	0.30
11	568.13	+ 5.43	567.79	568.50	— 2.40	+ 2.11	— 4.8	— 0.4	.....	.....	....	SW.	1	0.17
12	567.35	+ 4.70	566.30	568.10	— 3.00	+ 1.65	— 4.6	— 1.3	.....	.....	....	SW.	1	0.77
13	566.80	+ 4.20	565.85	568.40	— 1.77	+ 3.01	— 2.3	+ 0.7	.....	.....	....	SW.	1	1.00
14	569.83	+ 7.28	568.90	570.40	— 1.28	+ 3.62	— 2.3	+ 2.2	.....	.....	....	var.		0.35
15	570.06	+ 7.56	569.80	570.30	— 2.08	+ 2.94	— 3.7	— 0.4	.....	.....	....	NE.	1	0.00
16	568.92	+ 6.46	567.40	569.90	— 3.37	+ 1.77	— 4.8	— 0.8	.....	.....	....	NE.	1	0.03
17	565.57	+ 3.15	564.60	567.40	— 4.55	+ 0.71	— 5.3	+ 3.0	.....	.....	....	SW.	1	1.00
18	566.04	+ 3.66	565.59	567.60	— 5.85	— 0.47	— 7.0	— 4.3	.....	.....	....	SW.	1	1.00
19	568.57	+ 6.23	567.80	569.30	— 6.63	— 1.14	— 7.8	— 5.5	.....	.....	....	SW.	1	0.32
20	569.18	+ 6.88	568.90	569.50	— 2.70	+ 2.90	— 8.1	— 1.3	.....	.....	....	SW.	1	0.37
21	565.44	+ 3.18	562.30	569.00	— 2.43	+ 3.28	— 4.6	— 0.9	.....	.....	....	SW.	1	0.38
22	558.34	— 3.89	556.43	561.90	— 4.77	+ 1.05	— 5.8	— 1.2	80	25,0	....	SW.	1	0.98
23	552.95	— 9.24	546.90	556.30	— 5.18	+ 0.75	— 6.1	— 2.3	150	12,4	....	SW.	1	1.00
24	549.12	—13.03	548.30	549.90	— 6.07	— 0.04	— 6.8	— 1.8	....	.....	....	SW.	2	1.00
25	548.85	—13.27	546.03	550.70	— 4.60	+ 1.53	— 6.6	— 3.7	160	28,5	....	SW.	3	1.00
26	549.35	—12.74	546.30	551.12	— 6.32	— 0.09	— 9.0	— 3.5	.....	.....	....	SW.	2	0.80
27	550.94	—11.12	547.50	554.30	— 7.40	— 1.07	— 9.8	— 5.3	.....	.....	....	var.		0.33
28	555.02	— 7.01	554.76	555.28	— 8.00	— 1.57	— 9.3	— 5.5	.....	.....	....	SW.	2	0.77
29	554.36	— 7.64	553.10	554.97	— 5.55	+ 0.98	— 7.7	— 3.1	300	35,0	....	SW.	2	1.00
30	556.13	— 5.84	554.10	559.40	—11.65	— 5.02	—12.9	+ 0.2	.....	.....	....	NE.	1	1.00
Mois	562.94	+ 0.91			— 3.58	+ 1.72								0.62

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	566,65	566,47	566,49	566,77	566,60	566,62	566,95	567,20
2e » ...	568,22	567,95	567,93	568,13	567,95	567,89	568,05	568,17
3e » ...	564,34	554,22	554,19	554,48	553,87	553,86	553,82	553,62
Mois	563,07	562,88	562,87	563,14	562,80	562,79	562,94	563,00

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 1,61	— 1,07	— 0,58	— 0,75	— 1,02	— 1,38
2e » ...	— 3,66	— 3,48	— 2,77	— 2,94	— 3,36	— 3,30
3e » ...	— 6,27	— 6,00	— 5,71	— 5,89	— 6,18	— 6,46
Mois	— 3,85	— 3,52	— 3,02	— 3,19	— 3,52	— 3,71

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	cm
1re décade...	— 2,74	+ 0,61	0,66	65,0	30,0
2e » ...	— 5,07	— 0,81	0,50	0,0	0,0
3e » ...	— 7,86	— 2,71	0,83	100,9	69,0
Mois	— 5,22	— 0,97	0,66	165,9	99,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 0,22 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W., et son intensité est égale à 74,4 sur 100.

MO

1re d
2e
3e

Mo

1re d
2e
3e

Mo

1re d
2e
3e

M

son

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SIXIÈME

(4me PÉRIODE)

1898. — Nos 7 à 12.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

GÉOLOGIE

ZOOLOGIE

CHIMIE

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1898, Tomes V et VI (Quatrième période)

H

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT TROISIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME VI

N° 7. — 15 Juillet 1898



GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
BRIDEL ET Cie
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE GEORG ET Cie, à BALE

1898

SOMMAIRE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LA LIVRAISON DE JUILLET

ON S'ABONNE :

GENÈVE	Bureau des *Archives*, 18, Pélisserie. Librairie Georg et Cie, Corraterie. Librairie Dürr, rue Bovy-Lysberg.

POUR LE RESTE DE LA SUISSE :

LAUSANNE..........	Bureau de la *Bibl. Univ.*, chez G. Bridel et Cie. W. Tarin, rue de Bourg. F. Rouge, rue Haldimand.
NEUCHATEL........	Librairie Berthoud.
BALE	Georg et Cie, libraires.
ZURICH.............	Albert Muller, libraire.

Et dans tous les bureaux de poste de la Confédération

FRANCE.

PARIS, G. Masson, 120, Boulevard Saint-Germain.

ITALIE.

TURIN	Bocca frères, libraires.
FLORENCE	G. Vieusseux, libraire.

ALLEMAGNE.

LEIPZIG .... F.-A. Brockhaus, libraire.

On peut s'adresser également à BALE, chez Georg, libraire, et aux directions des postes de l'Empire d'Allemagne.

ANGLETERRE.

LONDRES .... Dulau et Co, 37, Soho Square.

BELGIQUE.

BRUXELLES	C. Muquardt, libraire.
LIEGE..............	Desoer, libraire
GAND..............	A. Hoste, libraire.

HOLLANDE.

AMSTERDAM .... Feikema, Caarelsen et Cie, libraires.

ESPAGNE.

MADRID............ E. Capdeville, libr., plaza Santa Ana.

SOMMAIRE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LA LIVRAISON D'AOUT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT TROISIÈME ANNÉE

QUATRIEME PÉRIODE

TOME VI

N° 8. — 15 Août 1898

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
BRIDEL ET Cie
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE GEORG ET Cie, à BALE

1898

La Bibliothèque Universelle et Revue Suisse (*Partie littéraire*) paraît à LAUSANNE par livraisons mensuelles de 224 pages, et forme chaque année quatre beaux volumes de près de 2700 pages ensemble.

Tout ce qui concerne la *rédaction* doit être adressé *franco* à M. Ed. Tallichet, rue du Midi, 1, à Lausanne.

Pour les *abonnements*, les *réclamations* et les *annonces*, s'adresser au BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE, place de la Louve, à Lausanne.

SOMMAIRE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LA LIVRAISON D'OCTOBRE

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT TROISIÈME ANNÉE

QUATRIEME PÉRIODE

TOME VI

N° 11. — 15 Novembre 1898



GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
BRIDEL ET Cie
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE GEORG ET Cie, à BALE

1898

La Bibliothèque Universelle et Revue Suisse (*Partie littéraire*) paraît à LAUSANNE par livraisons mensuelles de 224 pages, et forme chaque année quatre beaux volumes de près de 2700 pages ensemble.

Tout ce qui concerne la *rédaction* doit être adressé *franco* à M. Ed. Tallichet, rue du Midi, 1, à Lausanne.

Pour les *abonnements*, les *réclamations* et les *annonces*, s'adresser au Bureau de la Bibliothèque Universelle, place de la Louve, à Lausanne.

SOMMAIRE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LA LIVRAISON DE NOVEMBRE

Les Archives des Sciences physiques et naturelles (*Partie scientifique* de la *Bibliothèque Universelle*) paraissent à GENÈVE par livraisons mensuelles d'environ 100 pages, formant chaque année deux volumes de 600 pages, avec planches.

Envoi *franco par la poste* aux prix d'abonnements suivants, payables à Genève (en espèces, mandats sur la poste, traites à vue).

Suisse. . . . . Fr. 20

Tous les pays faisant partie de l'Union postale. » 25

(Mêmes prix pour la partie littéraire.)

Chaque numéro se vend séparément 2 fr. 50.

Tout ce qui concerne la rédaction et l'administration doit être adressé *franco* au Bureau de cette publication, rue de la Pélisserie, n° 18, à Genève.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT TROISIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME VI

N° 12 —. 15 Décembre 1898

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
BRIDEL ET Cie
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE GEORG ET Cie, à BALE

1898

SOMMAIRE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LA LIVRAISON DE DECEMBRE

ON S'ABONNE :

GENEVE .... Bureau des *Archives*, 18, Pélisserie. Librairie GEORG et Cie, Corraterie. Librairie DÜRR, rue Bovy-Lysberg.

POUR LE RESTE DE LA SUISSE :

LAUSANNE.......... Bureau de la *Bibl. Univ.*, chez G. BRIDEL et Cie. W. TARIN, rue de Bourg. F. ROUGE, rue Haldimand.
NEUCHATEL........ Librairie BERTHOUD.
BALE............... GEORG et Cie, libraires.
ZURICH............. Albert MULLER, libraire.
Et dans tous les bureaux de poste de la Confédération.

FRANCE.

PARIS, G. MASSON, 120, Boulevard Saint-Germain.

ITALIE.

TURIN .... BOCCA frères, libraires.
FLORENCE .... G. VIEUSSEUX, libraire.

ALLEMAGNE.

LEIPZIG .... F.-A. BROCKHAUS, libraire.

On peut s'adresser également à BALE, chez GEORG, libraire, et aux directions des postes de l'Empire d'Allemagne.

ANGLETERRE.

LONDRES .... DULAU et Co, 37, Soho Square.

BELGIQUE.

BRUXELLES .... C. MUQUARDT, libraire.
LIEGE.............. DESOER, libraire
GAND............... A. HOSTE, libraire.

HOLLANDE.

AMSTERDAM .... FEIKEMA, CAARELSEN et Cie, libraires.

ESPAGNE.

MADRID............ E. CAPDEVILLE, libr., plaza Santa Ana.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES (9e Année).

SOMMAIRE DU N° 21. — H. Brillé. Le travail électrique des métaux. — Dr M. Sambuc. Les nucléo-albumines et leurs dérivés. — P. Villard. La dissolution des solides et des liquides dans les gaz.

SOMMAIRE DU N° 22. — R. Lezé. Recherches nouvelles sur la constitution et les réactions du lait. — J. Chailley-Bert. La concurrence des races à Java : La question chinoise. — A. Étard. Revue annuelle de chimie.

DÉCEMBRE 1898

Genève. — Imp. Aubert-Schuchardt. — Rey & Malavallon, successeurs.

